

sinki 19.5.2003

ETUOIKEUSTODISTUS  
PRIORITY DOCUMENT

REC'D 10 JUN 2003

WIPO PCT



Hakija  
Applicant

Lappeenrannan teknillinen korkeakoulu  
Lappeenranta

Patenttihakemus nro  
Patent application no

20020565

Tekemispäivä  
Filing date

25.03.2002

Kansainvälinen luokka  
International class

G01N

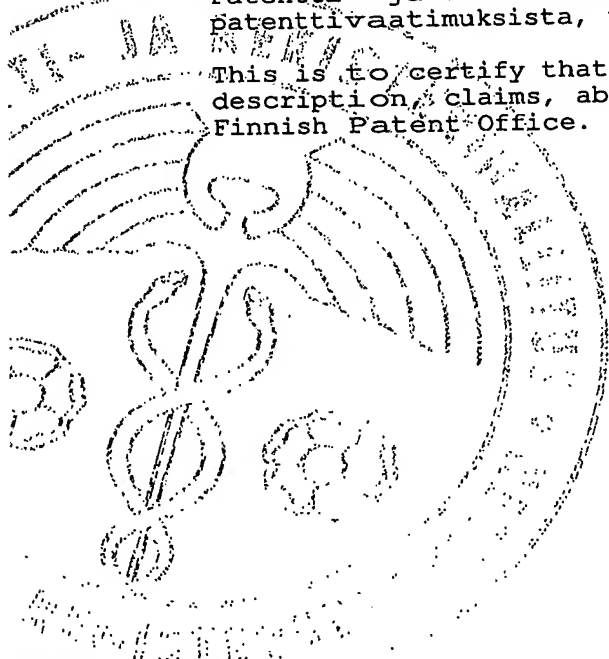
Keksinnön nimitys  
Title of invention

"Kennorakenne, laite ja menetelmä"

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä  
Patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä,  
patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the  
description, claims, abstract and drawings originally filed with the  
Finnish Patent Office.



*Marketta Tehikoski*

Marketta Tehikoski  
Apulaistarkastaja

Maksu 50 €  
Fee 50 EUR

Maksu perustuu kaupp- ja teollisuusministeriön antamaan asetukseen 1027/2001 Patentti- ja rekisterihallituksen maksuillisista suoritteista muutoksineen.

The fee is based on the Decree with amendments of the Ministry of Trade and Industry No. 1027/2001 concerning the chargeable services of the National Board of Patents and Registration of Finland.

Osoite: Arkadiankatu 6 A  
P.O.Box 1160  
FIN-00101 Helsinki, FINLAND

Puhelin: 09 6939 500  
Telephone: + 358 9 6939 500

Telefax: 09 6939 5328  
Telefax: + 358 9 6939 5328

## Kennorakenne, laite ja menetelmä – Cellstruktur, instrument och metod

### KEKSINNÖN KOHDE

5      Keksintö liittyy ionien liikkuvuuteen perustuvassa spektrometriassa käytettävään analyysiteknikkaan. Erityisesti keksintö liittyy kaasun analyysiteknikassa käytettävään kennorakenteeseen siten kuin sitä koskevan itsenäisen patenttivaatimuksen johdanto-osassa on sanottu. Keksintö liittyy myös laitteeseen virtaavassa kaasussa olevien aineiden tunnistamiseksi siten kuin sitä koskevan itsenäisen patenttivaatimuksen johdanto-osassa on sanottu. Keksintö liittyy myös järjestelmään näytekaasun aineiden tunnistamiseksi siten kuin järjestelmää koskevan itsenäisen patenttivaatimuksen johdanto-osassa on sanottu. Keksintö liittyy myös menetelmään virtaavan näytekaasun aineiden tunnistamiseksi siten kuin sitä koskevan itsenäisen patenttivaatimuksen johdanto-osassa on sanottu. Keksintö liittyy myös menetelmään näytekaasun nopeuden mittaamiseksi siten kuin sitä koskevan itsenäisen patenttivaatimuksen johdanto-osassa on sanottu.

10

15

### TEKNISEN TAUSTAN KUVAUS

20      Kaasun rakenneyksiköistä mainittakoon atomit ja/tai niiden muodostamat molekyylit sekä ionit. Yksittäinen ioni tai kaasussa oleva muu sen rakenneyksikkö voi hetkellisesti liikkua poikkeavalla nopeudella ja/tai poikkeavaan suuntaan itse kaasun virtaussuunnasta ja/tai nopeudesta, mutta keskimääräisesti yksittäinen ioni tai kaasussa oleva sen muu rakenneyksikkö liikkuu kuitenkin kaasun mukana. Kaasussa saattaa esiintyä myös iältään lyhytkestoisia radikaaleja. Kaasun eräät molekyylit voivat myös muodostaa poolisten molekyyliden kanssa löyhiä liittymiä, jolloin niiden välinen sidos on kemiallisen sidoksen lujuuteen verrattuna pienempi.

25      Kaasunäyte on kaasusta otettava näyte, jonka arvioidaan tietyllä tarkkuudella edustavan kaasua, josta näyte otetaan. Näytekaasu on kaasu, joka edustaa kaasumaisten komponenttiensa koostumukseltaan kaasunäytettä. Kaasunäyte voi olla myös aerosoli, jolloin siinä varsinaisen näytekaasun kaasumaisen olomuodon lisäksi voi olla läsnä muiden olomuotojen faaseista muodostuvia hiukkasmaisia makroskooppisessa mielessä pieniä kappaleita, hiukkasia.

30

Kaasun tunnistaminen sen rakenneyksiköiden tiettyjen ominaisuuksien perusteella voidaan suorittaa sähköisin menetelmin edellyttäen, että kaasun rakenneyksiköitä on ionisoituneessa tilassa riittävästi. Ionien tunnistamiseksi sähköisin menetelmin vir-

5 taavasta kaasusta tunnetaan ainakin kaksi tekniikkaa, IMS-tekniikka ja Drift-tube-, josta käytetään myös nimitystä drift-tekniikka. IMS-tekniikassa ionit analysoidaan kaasuvirtauksesta, joka kulkee eräiden sellaisten mittauselektrodien välistä, jotka muodostavat avoimen aspiraatiokondensaattorin. Aspiraatiokondensaattorissa on sähkökenttä, jonka suunta on kohtisuorassa virtauksen suuntaa vastaan. Sähkökenttä poikkeuttaa kaasuvirtauksesta ioneja aspiraatiokondensaattorin eräälle levyille. Ioni- en lentoaika ja/tai -matka mitataan siten, että ionien liikkuvuudet voidaan erotella.

10 Drift-tekniikassa ionit liikkuvat sähkökentässä keräyshilalta mittauselektrodille, jolta mitataan sähkövirran suuruutta ajan funktiona. Kunkin mittauksen nollakohta asetetaan keräyshilalle annettavan hilapulssin nollakohtaan ja mitattavat ionit siirtyvät mittauselektrodille tavallisesti jonkin ominaisuuksiltaan sopivan kantokaasun kautta. Periaatteensa vuoksi käytännöllisessä Drift-tekniikan toteutuksessa yleensä tarvitaan erilliset kierrot näyte- ja kantokaasulle, jolloin kenno on rakenteeltaan väistämättä suljettu, kuten myös kaasunkierto.

15 Tunnetaan IMS-tekniikka, jossa käytetään kuvassa 1 esitetyn yksinkertaistetun kaavion mukaista avointa kennoa varatun näytekaasun liikkuvuuden mittauksessa. Kennossa on sisääntulo analyysikammion 106 ensimmäisessä päässä, johon menevää kaasunäytevirtausta 100 on havainnollistettu nuolella. Itse kammio 106 on levyjen 102 ja 108 rajaama. Kennossa on kaasunäytevirtauksessa 100 olevien ionien 101 havaitsemiseksi elektrodien 103 ja 104 muodostama elektrodipari. Elektrodi 103 on kiinni levyssä 102 ja elektrodi 104 kiinni levyssä 108. Elektrodilla 103 on eräs tietty potentiaali ja elektrodilla 104 eräs tietty toinen potentiaali. Elektrodin 104 potentiaali on yleensä lähellä maapotentiaalia, sähkökentän 105 asettamiseksi elektrodien 103 ja 104 välille ja toisaalta maapotentiaalia vastaan muodostettavan jännitesignaalin muodostamiseksi. Kuvassa 1 esitetty kenno toimii siten, että kun sen elektrodien väliseen tilaan tulee kaasun ioni 101 kaasunäytevirtauksen 100 mukana, niin sähkökenttä 105 vuorovaikuttaa ionin 101 kanssa, jolloin vuorovaikutusvoima aiheuttaa ionin 101 kulkusuunnan muuttumisen ja tietyssä tapauksessa sen keräytymisen levyille 104, jolloin sinne keräytyvien ionien aiheuttama varauksen muutos on havaittavissa sähkövirtana ja muutettavissa esimerkiksi jännitesignaaliiksi. Kuvan 1 mukaisissa kennoratkaisuissa kaasun tunnistamiseksi sen ionien liikkuvuusspektrin perusteella, voidaan käyttää nimellisesti vakiosuuruista vaihtojännitettä sen mukana muuttuvan sähkökentän 105 aikaansaamiseksi. Tällöin voidaan vaihdella sähkökentän 105 voimakkuutta esimerkiksi sinimuotoisesti ja/tai käytetään varattujen hiuk-

30 kasten analysoimiseksi useita sellaisia elektrodipareja kuin elektrodien 103 ja 104 muodostama pari, jolloin mainitut parit ovat myös kiinni levyjen 102 ja 108 rajaa-

35

5 massa kennossa, ja sijaita asennettuna peräkkäin toinen toistaan seuraten virtauksen suunnassa siten, että näytekaasuvirtauksen 100 erään keskinopeusvektorin ja sähkökentän 105 suuntavektorin välillä on kulma, yleensä suorakulma. Tällöin esimerkiksi levyille 104 voidaan poimia liikkuvuudeltaan tietynlaisia ioneja ja erään toisen vastaavanlaisen levyn pinnalle hiukan toisenlaisia ioneja liikkuvuusspektrin muodostamiseksi ja sen avulla tunnistaa näytekaasu.

10 Tunnetaan myös kennogeometrioita, joissa erästä ionien aiheuttamaa sähkövirtaa havaitaan kammion vastakkaisissa päissä olevin elektrodien avulla, jolloin kaasuvirtauksen ja ionien keskimääräisen liikesuunnan välinen kulma on noin  $180^\circ$ . Kennon ajautumiskammiossa olevan kaasun voidaan antaa ajautua esimerkiksi virtauksen avulla ajautumiskammion läpi, myös joissakin ratkaisuissa vastakkaiseen suuntaan kuin ionien keksimääräinen liike sähkökentän aikaansaamien voimien alaisuudessa.

15 Tunnetussa tekniikassa sisään tuleva näyte varataan oleellisesti välittömästi ja annetaan ionien ajautua kammion läpi kulkevan virtauksen mukana mutta toisaalta sähkökentän määräämän suunnan mukaisesti, eräissä tapauksissa myös mainitusta suunnasta poiketen, kuitenkin kohti virtakohtiota tai vastaavaa ionien keräämiseksi tarkoitettua elektrodia 104 kohti, joka voi sijaita myös esimerkiksi vastakkaisessa päässä analyysikammiota kuin näytteenottamiseksi järjestetty näytteen sisäänmeno. Ioni törmätessään sellaiseen virtakohtioon kuin elektrodiin 104 aiheuttaa ioni siinä  
20 sähkövarauksen muutoksen, joka tulkitaan virtasignaalinä ja käsitellään signaalin käsittelyllisin keinoin sopivaan muotoon.

Kaasunäytteen varaaminen voidaan suorittaa monin eri tavoin. Radioaktiiviset lähteet, valo- ja koronapurkaus lienevät tunnetuimpia varaustekniikoita sinänsä, jolloin varautumisen yleisesti tunnetut seikat riippuvat tekniikassa käytettäväksi toivotusta  
25 varausmekanismista ja/tai varatun materiaalin käyttötarkoituksesta siten kuin tunnettua tekniikkaa käsittelevissä julkaisuissa on sanottu.

Tunnetun tekniikan mukaisella kennorakenteella on kuitenkin haittapuolia. Eräs sellainen liittyy kennon rakenteena olevien elektrodien muodostamaan kondensaattoriin. Kondensaattorissa potentiaalin muutos levyllä 103 näkyy levyiltä 104 tehdyssä  
30 mittauksessa. Lisäksi ilman kosteuden ja lämpötilan vaihtelut vaikuttavat kondensaattorin ominaisuuksiin haitallisella tavalla, joka vaikeuttaa ionien aiheuttamien virtasignaalien käsittelyä ja siten epävarmuutta liikkuvuusspektrin muodostamisesta, jonka seurauksena tunnistaminen on vaikeampaa.

Tunnettua IMS-tekniikkaa kuvataan patenttijulkaisussa US 5,455,417, jonka mukaista laitetta on havainnollistettu kuvan 1B poikkileikkauspiirroksella: Sisääntulosta 128 sisään tuleva kaasu lämmitetään vakiolämpötilassa alumiinisen osan 119 avulla, jossa on sen lämpötilaa kontrolloiva lämmitin 127. Kaasua varataan radioaktiivisen säteilylähteen 129 avulla, minkä jälkeen kaasu etenee analyysikennolle 125, jossa on levyelektrodi 121 ja etuelektrodi 122 ja keräyselektrodi 123, tietyn jännitteen ja siis sähkökentän asettelemiseksi portaittain, siten kuin patenttijulkaisussa sanotaan mainittujen elektrodien 121, 122 ja 123 välille. Mainittua sähkökenttää käyttämällä mainitulla tavalla on kuvassa 1B olevaa tavanomaista aspiraatiokondensattoria pyritty saamaan toimimaan täydellisemmin. Kuvaan 1B on piirretty muun muassa myös lämpötilan säätämisessä käytettävä lämpötila-anturi, kaasun ulostulo 120 ja piirilevyt 124 ja 126, joista jälkimmäisen 126 pinnalle on kuvattu elektronisia komponentteja.

Mainitussa patenttijulkaisussa esitetään myös tekniikkaan liittyvä menetelmä, jossa ensin kerätään ja varataan näyte, jossa mainittu analysoitava aine, analyyyti (engl. analyte), on mukana. Tällöin kuitenkin patenttijulkaisussa mainitaan, että analyytin konsentraation tulee olla näytteessä riittävän suuri, jotta varautumisessa saavutettaisiin saturaatioaste. Ionien liikkuvuudet määritetään varatusta kaasunäytteestä. Liikkuvuuksien perusteella määritetään analyytin pitoisuus näytteessä.

Tekniikalla on haittapuolensa. Varaajan jälkeen analyysikennoon 125 etenevät massiiviset aerosolihiukkaset voivat päästä elektrodien 121 ja 122 muodostaman kentän läpi ja epäedullisimmillaan aiheuttaa huomattavaa signaalin vääristymää analyysielektrodilla 123, varsinkin jos ja kun niillä voi olla mukanaan huomattava sähkövaraus. Lisäksi aerosolihiukkasten mahdollinen läsnäolo varaajassa voi vaikuttaa haitallisesti myöhempien asteiden, kuten seuraavan analyysikammion mekaaniseen ja/tai sähköiseen tukkeutumiseen, jolloin toiminta vaikeutuu ja analyysituloksen luotettavuus kärsii. Mahdollinen re-suspensio ja/tai siihen liittyvä kontaktivarautuminen voivat myös siirtää haitallisesti varausta väärään paikkaan. Eräs toinen seikka liittyy lämmittämiseen. Nimittäin lämmitetyistä osista kylmempiin osiin siirtyessään lämpötilan muutokset voivat aiheuttaa faasimuutoksia kaasufaasista nestefaasiin ja/tai kiinteään. Tällöin kysymykseen tuleva ilmiö on hiukkasten muodostus, nukleaatio, jolla on useampia alalajeja riippuen hiukkasten muodostuksen lähtökohdista. Erityisesti säteilyn laukaisema ioni-indusoitu nukleaatio sekä esimerkiksi pinnoilla oleviin rakennevirheisiin tapahtuva heterogeeninen nukleaatio voivat joissain olosuhteissa aiheuttaa hiukkasmaisen aineksen muodostumisen ja sen keräytymistä ionien liikkuvuuden tunnistuksen kannalta haitallisiin paikkoihin.

Tunnetun tekniikan mukaisia ratkaisuja rajoittaa lisäksi jännitteen muutosten tietty hitaus, jolloin on myös mahdollista, että yksittäisen mittauksen aikana tapahtuvat muutokset näytekaasussa vaikuttavat lopputulokseen.

## KEKSINNÖN LYHYT KUVAUS

- 5 Keksinnön tavoitteena on välttää tunnetun tekniikan mukaiset epäkohdat. Lisäksi keksinnön tavoitteena on eliminoida ilman kosteuden ja ilman lämpötilan vaihteluis-  
ta aiheutuvat haitat ionien tunnistamiselle. Lisäksi keksinnön tavoitteena on toteut-  
taa järjestelmä, joka mahdollistaa mittaustulosten tehokkaan raportoinnin. Vielä  
eräänä keksinnön tavoitteena on toteuttaa keksinnönmukaista rakennetta käyttävä  
10 kaasumittauslaite. Lisäksi vielä eräs keksinnön tavoitteista on toteuttaa menetelmä  
keksinnön mukaisen rakenteen käyttämiseksi ionien liikkuvuusanalyysissä.

Keksinnön tavoitteet saavutetaan sellaisella kaasumittauslaitteen rakenteella, jossa on sellainen kennorakenne, joka käsittää referenssiosan, ionisaatio-osan ja ana-  
lyysiosan mainitussa järjestyksessä järjestettynä mitattavan kaasun virtaussuunnassa.

- 15 Keksinnön mukaiselle kennorakenteelle on tunnusomaista se, mitä on esitetty itse-  
näisen patenttivaatimuksen tunnusmerkkiosassa, joka koskee keksinnön mukaista  
kennorakennetta.

- Keksinnön mukaiselle kaasumittauslaitteelle on tunnusomaista se, mitä on esitetty  
itsenäisen patenttivaatimuksen tunnusmerkkiosassa, joka koskee keksinnön mukais-  
20 ta kaasumittauslaitetta.

- Keksinnön mukaiselle menetelmälle virtaavassa kaasussa olevien aineiden tunnis-  
tamiseksi perustuen ionien sähköiseen liikkuvuuteen on tunnusomaista se, mitä on  
esitetty itsenäisen patenttivaatimuksen tunnusmerkkiosassa, joka koskee keksin-  
nönmukaista menetelmää virtaavassa kaasussa olevien aineiden tunnistamiseksi pe-  
25 rustuen ionien sähköiseen liikkuvuuteen.

Keksinnön mukaiselle järjestelmälle aineiden tunnistamiseksi ionimuodossa niiden  
sähköisen liikkuvuuden perusteella virtaavasta kaasusta on tunnusomaista se, mitä  
on esitetty itsenäisessä järjestelmää koskevan patenttivaatimuksen tunnusosassa.

- Keksinnön mukaiselle menetelmälle virtausnopeuden määrittämiseksi sähköisesti  
30 aspiraatiokondensaattorissa on tunnusomaista se, mitä on esitetty itsenäisen patent-  
tivaatimuksen tunnusmerkkiosassa, joka koskee keksinnönmukaista menetelmää.  
virtausnopeuden määrittämiseksi sähköisesti aspiraatiokondensaattorissa.

Alivaatimukset kuvaavat keksinnön muita edullisia suoritusmuotoja.

5 Keksinnön mukainen kennorakenne on järjestetty erään kantajakaasussa olevan aineen tunnistamiseksi, joka perustuu mainitulle aineelle tunnusomaisen liikkuvuusspektrin analyysiin kaasumaisesta olomuodosta. Mainitun liikkuvuusspektrin tuottamiseksi kantajakaasusta otetaan näyte, kaasunäyte, joka johdetaan keksinnön mukaisen laitteen kennorakenteeseen, muodostetaan näytteen perusteella referenssisignaali, ionisoidaan näytekaasua, analysoidaan ionisoitua näytekaasua, muodostetaan analyysissä eräs analyysisignaali ja määritetään ionien liikkuvuusspektri näytekaasusta referenssisignaalin ja analyysisignaalin perusteella.

10 Keksinnön mukaisen laitteen kennorakenne on tietyllä tavalla avoin ja käsittää kaasunäytteelle sisäänmenon ja analysoidun näytekaasun ulostulon välillä sellaisen ajautumiskammion, jossa on näytteen kulkusuunnassa mainitussa järjestyksessä eräs referenssiosa, ionisointiosa ja analyysiosa.

15 Referenssiosa on järjestetty keksinnön mukaisen laitteen kennorakenteeseen referenssisignaalin muodostamiseksi. Referenssiosassa on referenssikenno ja siinä elektrodipari, referenssielektrodipari, jossa on eräs referenssielektrodi referenssisignaalin muodostamiseksi referenssielektrodille saapuvien ionien varausten perusteella. Tällöin referenssisignaali on tarkoitettu muodostettavaksi ionisoimattoman näytteen ympäristötekijöistä riippuvien tekijöiden, sekä sellaisten kapasitiivisten ilmiöiden  
20 eliminoimiseksi ionien lopullisesta liikkuvuusspektristä ja siten analyysituloksesta, joilla voi olla tietty haitallinen vaikutus itse analyysisignaalille ja siten tulokselle.

Ionisointiosassa on ionisaattori, varaaja, ionien tuottamiseksi ja niiden saattamiseksi yhteyteen varattavaksi tarkoitettun kaasun osien kanssa. Ionisaattoriosaan tulevaksi tarkoitettu vielä ionisoimaton näyte varataan tietyllä tavalla ionien muodostamiseksi  
25 näytteeseen.

Analyysiosassa on analyysikenno ja siinä elektrodipari, analyysielektrodipari, jossa on eräs analyysielektrodi, joka on järjestetty siten, että sille voidaan kerätä ioneja sähkökentän avulla, jolloin mainittujen ionien liikkuvuuden määrittämällä tavalla analyysielektrodille muodostuvat varausmuutokset voidaan tulkita tietyntyyppisiksi sähkövir-  
30 talsignaaleina. Mainitun sähkövirtasignaalin perusteella ja toisaalta myös referenssisignaalin avulla voidaan muodostaa näytteessä olevien ionien liikkuvuusjakauma, jolloin näytteessä oleva aine on tunnistettavissa sen ionien liikkuvuusjakauman perusteella. Referenssielektrodin käytöllä liikkuvuusjakauman muodostamisessa saavutetaan etua ympäristötekijöiden vaihtelun vaikutuksen eliminoimisessa, jolloin ai-

neen tunnistus kaasusta on luotettavaa. Lisäksi referenssielektrodiparin käytöllä saadaan eliminointua kondensaattorirakenteesta aiheutuvia haittoja liikkuvuusspektrin tarkkuuteen.

- Keksinnön mukaisessa analyysilaitteessa on keksinnönmukainen kennorakenne.
- 5 Keksinnönmukaisessa analyysilaitteessa on edullisimmin lisäksi suodatinvälineet hiukkasmaisen aineksen poistamiseksi kaasunäytteestä, toisin sanon kaasun puhdistamiseksi näytekaasuksi. Suodatinvälineissä voi olla esimerkiksi HEPA-tyyppinen, membraani- tai kuitusuodatin, sähkösuodatin, impaktori tai muu hiukkasia keräävä suodatin tai mainittujen yhdistelmä, järjestettynä erityisesti raskaiden aerosolihiuk-
- 10 kasten poistamiseksi kaasunäytteestä, jotka voivat kantaa lukuisia varauksia mukanaan tai muutoin vaikuttaa haitallisesti analyysitulokseen.

- Keksinnön mukaisessa analyysilaitteessa voi olla myös ohjausvälineet esimerkiksi ionisaattorin toiminnan ohjaamiseksi. Keksinnön mukaisessa analyysilaitteessa voi olla välineet referenssi- ja/tai analyysielektrodiparin käyttöjännitteen syötön ohja-
- 15 miseksi. Keksinnön mukaisessa analyysilaitteessa voi olla myös eräät ensimmäiset signaalinkäsittelyvälineet referenssielektrodilta lähteväksi tarkoitetun signaalin käsittelemiseksi. Keksinnön mukaisessa analyysilaitteessa voi olla myös eräät toiset signaalinkäsittelyvälineet analyysielektrodilta lähteväksi tarkoitetun signaalin käsittelemiseksi. Mainitut eräät ensimmäiset ja eräät toiset signaalinkäsittelyvälineet voi-
- 20 vat olla toiminnallisesti yhdistettynä vertailuvälineisiin, joiden yhteydessä on myös eräät muistivälineet.

- Vertailuvälineiden yhteydessä on edullisimmin mikroprosessori vertailuvälineiden ohjaamiseksi. Mikroprosessori voi olla fyysisesti erillinen vertailuvälineisiin nähden
- 25 sinänsä. Mikroprosessoreja voi olla myös useita, eri tehtävissä käytettäväksi tietyn riippumattomuuden saavuttamiseksi. Eräs mikroprosessori voi olla järjestetty myös siten, että sitä voidaan käyttää ohjaussignaalin muodostamiseksi ionisaattorille, referenssijännitteen muodostaville elimille ja/tai analyysijännitteen muodostaville elimille, esimerkiksi erityisten ohjausvälineiden kautta välillisesti tai suoraan ohjaamalla mainittuja elimiä ja/tai ionisaattoria.

- 30 Eräässä keksinnön edullisen suoritusmuodon mukaisessa järjestelmässä on analyysilaitte, jossa on toiminnalliset ohjausvälineet laitteen analyysitoiminnan ohjaamiseksi kauko-ohjauksella edullisimmin langattomasti, esimerkiksi sähkömagneettisen säteilyn avulla tapahtuvan tiedonsiirron perusteella, mutta mahdollisesti myös sähkö- ja/tai valokaapelin välityksellä. Tällöin mainitun keksinnön erään suoritusmuodon mukaisessa analyysilaitteessa, kaukolaitteessa, on edullisimmin lähetinvälineet
- 35



ja vastaanotinvälineet, esimerkiksi yhdistettynä lähetinvastaanotinvälineiksi, järjestettynä analyysilaitteen toimintaa säätelevän ohjaussignaalin vastaanottamiseksi ja/tai mittaustulosten sekä kaukolaitteen tilaa kuvaavien tietojen siirtämiseksi eräälle kaukolaitteen kanssa kommunikoidvalle toiselle laitteelle.

- 5 Tällöin voidaan langattomasti ja/tai kaapelin avulla esimerkiksi ohjata laitteen ulkopuolelta sellaista keksinnön mukaisen laitteen kennorakennetta, joka on sijoitettu esimerkiksi vetokaappiin tai muuhun vastaavaan, muusta ympäristöstä tietyllä tavalla eristettyyn paikkaan. Ohjaus voi soveltuvien osin olla toteutettu langattomasti ja osin kaapelilla.

10

## KUVIEN LYHYT SELOSTUS

Kuvissa 1A ja 1B havainnollistetaan tunnettua tekniikkaa seuraavasti:

Kuva 1A havainnollistaa tunnetun tekniikan mukaista erästä kennoa ja

kuva 1B havainnollistaa tunnetun tekniikan mukaista erästä toista kennoa.

- 15 Seuraavassa selostetaan keksintöä yksityiskohtaisemmin viitaten esimerkkinä esitettyihin edullisiin suoritusmuotoihin ja oheisiin kuviin 2-5, joissa

kuva 2 havainnollistaa kaaviona keksinnön erään edullisen suoritusmuodon mukaista kennorakennetta,

- 20 kuva 3A havainnollistaa kaaviota keksinnön erään edullisen suoritusmuodon mukaista ensimmäisen kertaluvun kennorakennetta,

kuva 3B havainnollistaa kaaviota keksinnön erään edullisen suoritusmuodon mukaista toisen kertaluvun kennorakennetta,

kuva 4A havainnollistaa kaaviona keksinnön erään edullisen suoritusmuodon mukaista kaasunmittauslaitetta,

- 25 kuva 4B havainnollistaa kaaviona keksinnön erään toisen edullisen suoritusmuodon mukaista toista kaasunmittauslaitetta ja

kuva 5 havainnollistaa keksinnön mukaista menetelmää virtaavassa kaasussa olevien aineiden tunnistamiseksi,

Kuvissa käytetään toisiaan vastaavista osista samoja viitenumeroita ja -merkintöjä.

## KEKSINNÖN EDULLISTEN SUORITUSMUOTOJEN YKSITYISKOHTAINEN KUVAAUS

### 5 A. ENSIMMÄINEN EDULLINEN SUORITUSMUOTO

Kuvassa 2 esitetään hyvin karkealla tasolla esimerkkikaavio keksinnön erään edullisen suoritusmuodon mukaisesta kennorakenteesta 200A. Kennorakenteesta 200A on ajautumiskammio 200 näytekaasulle, jonka eräs rakenneyksikkö 210 on piirretty kuvaan. Kennorakenteesta 200A, sen ajautumiskammiossa 200, on referenssiosa 201, ionisointiosa 202 ja analyysiosa 203. Referenssiosa 201 on havainnollisuuden vuoksi erotettu pystysuoralla katkoviivalla 220 ionisointiosasta 202. Ionisointiosa 202 on havainnollisuuden vuoksi erotettu pystysuoralla katkoviivalla 221 analyysiosasta 203. Kennorakenteen 200A sisäänmeno 204 kaasunäytevirtaukselle 100 ja analysoidun näytekaasun ulostulo 205 sijaitsevat toiminnallisesti kennorakenteen 200A eri päädyissä, jolloin kennorakenteen mainitut referenssiosa 201, ionisointiosa 202 ja analyysiosa 203 sijaitsevat näytteen kulkusuunnassa mainitussa järjestyksessä ajautumiskammion 200 mahdollisesta mutkittelusta huolimatta. Kuvaan 2 piirretyn kaavion perusteella kennorakenteesta 200A on oleellisesti suora ajautumiskammio 200, mutta ammattimiehelle on selvää keksinnössä esitetyn perusteella, että ajautumiskammion 200 mainitut osat voidaan myös järjestää mutkittelemaan, esimerkiksi tilan säästämiseksi, jolloin mainitun kennorakenteen 200A päädyt voivat sijaita fyysisesti hyvinkin lähellä toisiaan.

Todetaan, että keksinnön edullisen suoritusmuodon mukainen kennorakenne voi olla avoin ensimmäisen kertaluvun kennorakenne oleellisesti kuvan 3A esimerkin mukaisesti. Keksinnön erään toisen edullisen suoritusmuodon mukainen kennorakenne voi olla toisen kertaluvun kennorakenne, oleellisesti kuvan 3B esimerkin mukaisesti. Kuvassa 3A havainnollistetaan keksinnön erään edullisen suoritusmuodon mukaisen kennorakenteen yksityiskohtaisempaa sisäistä rakennetta kuin kuvassa 2. Kuvassa 3A oleva kennorakenne on esimerkki ensimmäisen kertaluvun kennorakenteesta. Kuvassa 3A kennorakenteen 200A ajautumiskammioon 200 on havainnollisuuden vuoksi merkitty myös referenssiosan 201 ionisaatio-osasta 202 erottava pystysuora katkoviiva 220 ja ionisaatio-osan 202 analyysiosasta 203 erottava pystysuora katkoviiva 221. Todettakoon, että keksinnössä ei haluta rajoittaa katkoviivojen 220 ja 221 ilmaisemaa erottelua. Jos ionisaatio-osassa 202 on säteilylähde, voi olla edul-

- lista erottaa se 202 referenssiosasta 201 ja/tai analyysiosasta 203. Tällöin katkoviivoille 220 ja/tai 221 voi olla myös fyysiset vastineet ajautumiskammiossa 200, estämässä ionisaatio-osasta peräisin olevaa ionisoivaa säteilyä vaikuttamasta ionisaatio-osasta erotettuihin osiin. Tällöin katkoviivaa 220 vastaava erottava seinämä voi olla geometrialtaan myös mutkikas toisaalta kaasun kulkemisen sallimiseksi ja samalla säteilyn kulun estämiseksi muihin ajautumiskammion 200 muihin osiin. Tällöin myös katkoviivaa 221 vastaava erottava seinämä voi olla geometrialtaan mutkikas tai osin aukotettu toisaalta kaasun kulkemisen sallimiseksi ja samalla säteilyn kulun estämiseksi muihin ajautumiskammion 200 muihin osiin.
- 10 Kuvan 3A ajautumiskammiossa 200 on referenssiosaa 201 vastaava osa, referenssikenno, joka on oleellisesti referenssielektrodeista 303 ja 304 muodostuvan referenssielektrodiparirakenteen kohdalla. Kuvan 3A tiettyjen elektrodien erottamiseksi levyistä 302 on kuvaan piirretty elektrodituet 309 ja 311, jotka ovat eristettä. Nämä voidaan myös integroida osaksi levyn 302 rakennetta. Elektrodi 303 on tarkoitettu
- 15 kytkettäväksi esimerkiksi kuvassa 4A esitetyn jännitelähteen 405 välityksellä sähkökentän 305 järjestämiseksi elektrodien 303 ja 304 välille. Jännitelähdettä ei ole esitetty kuvassa 3A. Elektrodi 304 on tällöin oleellisesti vakio potentiaalissa lähellä maapotentiaalia. Kun ioneja saapuu elektrodille 304, niin tällöin elektrodin 304 potentiaali muuttuu. Kukin saapuvan ionin mukana saapuva varaus muuttaa elektrodin
- 20 304 potentiaalia hiukan, jolloin elektrodin potentiaalin muutokset ovat varsin pieniä per saapuvan ionin varaus. Kun ioneja saapuu elektrodille 304, niin sen varausmuutokset voidaan havaita sähkövirtana. Edullisimmin varausmuutosten havaitseminen tapahtuu elektrometrillä tai vastaavalla tai esimerkiksi sopivalla virtajännitemuuntimella. Tällöin varausmuutosten havaitsemiseksi voidaan käyttää elektrodia 304 elektrometrin anturina, jonka varausmuutoksia havaitaan. Tällöin virtajännitemuuntimen avulla voidaan muodostaa eräs elektrometrin lähtösignaali ja sen perusteella joko suoraan tai muokkaamalla referenssisignaali, esimerkiksi jännitesignaali maapotentiaalin suhteen.
- 30 Analyysitilanteessa referenssikennon elektrodien 303 ja 304 välinen sähkökenttä voi olla tällöin ajasta riippuva, jolloin aikariippuvuutta kuvaava aaltomuoto on edullisimmin esimerkiksi sini, kolmio tai ramppi, pyyhkäisevän sähkökentän aikaansaamiseksi. Keksinnössä ei haluta rajoittaa mainitun sähkökentän aaltomuotoa joksikin tietyksi vaan se voi olla myös ns. vapaa aaltomuoto, jolloin se on esitettävissä eksponenttifunktion avulla muodostettavien termien sarjana. Voidaan myös käyttää jotain muuta, alan ammattimiehelle sinänsä tunnettua järjestelyä heikkojen varausmuutosten havaitsemiseksi ja muuntamiseksi virta- ja/tai jännitesignaaliiksi. Maini-
- 35

- tunlaisen varausmuutoksiin perustuvan virta- tai jännitesignaalin havaitseminen voidaan järjestää myös johonkin muuhun referenssipotentiaaliin kuin maapotentiaaliin nähden. Voidaan toki järjestää myös niin, että havaitaan elektrodilta 303 varausmuutoksia itseisarvoltaan korkeassa potentiaalissa maahan nähden, mutta tällöin elektrodien 304 ja 303 välisen jännitteen huomioon ottaminen varsinaista haluttua signaalia muodostettaessa voi vaatia erikoisjärjestelyjä. Keksinnössä ei haluta rajoittaa sähkökentän 305 suuntaa pelkästään kuvaan piirrettyyn hetkelliseen tapaukseen, vaan voidaan käyttää muuta, staattista kenttää, mutta myös sellaista vaihtokenttää, jolla on hetkellinen suunta, eräs amplitudi, taajuus ja/tai aaltomuoto.
- 10 Kuvan 3A ajautumiskammiossa 200, on myös ionisaatio-osa 202 kuten kuvassa 2. Ionisaatio-osa on erotettu katkoviivoilla 220 ja 221 muusta ajautumiskammioista 200 kuvan 3A havainnollistamassa kaaviossa. Ionisaatio-osa 202 rajoittuu oleellisesti elektrodien 307 ja 308 rajaamalle alueelle. Kuvaan 3A on piirretty elektrodit 307 ja 308, joiden välille voidaan aikaansaada esimerkiksi koronapurkaus, esimerkiksi oh-
- 15 jattavissa olevan jännitelähteen 405 avulla (kuvassa 4A), jolloin elektrodien 307 ja 308 välisen sähkökentän avulla voidaan varata, tuottaa ioneja 301, mainittujen elektrodien 307 ja 308 välisellä alueella kulkevaan kaasuun. Ionien 301 tuottamiseksi voidaan myös käyttää ionisoivaa kenttää 306, joka voi olla esimerkiksi radioaktiivisuuden seurauksena syntyvän säteilyn aikaansaama säteilykenttä, ultraviolettisäteilyyn perustuva säteilykenttä ja/tai sähkökenttä. Nuolella on havainnollistettu esimerkiksi ionisoivan kentän 306 suunnasta, esimerkiksi säteilyn kulkusuunnasta, mutta voidaan käyttää myös sellaista ionisoivaa kenttää, jolla on useamman suuntaisia komponentteja tai suunta voi olla jokin muu kuin nuolella osoitettu. Elektrodit 307 ja/tai 308 voidaan tällöin korvata soveltuvin osin säteilyä tuottavalla materiaalilla tai
- 25 kappaleella, esimerkiksi sellaisella liuskalla, jossa on radioaktiivinen aine. Käyttämällä radioaktiivista varaajaa sekä sähkökenttää yhdistelmänä voidaan myös rajoittaa radioaktiivisuuden seurauksena syntyvien ns. rekyyliatomien pääsyä ionisaatio-osan jälkeisiin osiin kennorakennetta ja siten parantaa itse mittausta.
- 30 Kuvaan 3A on piirretty tuki 310, joka tukee elektrodia 307. Tuen 310 ja toisaalta elektrodin 307 geometrialla voidaan vaikuttaa myös säteilyn kantamaan ajautumiskammion muihin osiin. Tuki 310 voidaan myös muotoilla siten, että se lisäksi käsittää rajat ionisaatio-osan erottamiseksi ajautumiskammion 200, muista osista, vastaten esimerkiksi katkoviivojen 220 ja 221 ilmaisemaa erottelua, varaajan aikaansaaman ionisaatiovaikutuksen rajaamiseksi tiettyyn osaan ajautumiskammiota. Tuen
- 35 310 käyttö ei ole kuitenkaan välttämätöntä.

Säteilylähde voi sijaita samassa tasossa jonkun esimerkkinä luetelluista elektrodeista 304, 314, 303 ja 313 kanssa. Ensimmäisen kertaluvun kennorakenteessa on myös mahdollista sijoittaa säteilylähde 308 levyn 302 toiselle puolelle kuin kuvassa 3A, jolloin säteilylähde on rakenteellisesti järjestettävissä helposti vaihdettavaksi. Tällöin itse levyssä 302 ja/tai siihen kiinnitettäväksi tarkoitettussa erillisessä säteilyn ohjainlevyssä on joukko reikiä, joista ainakin yhdellä on eräs muoto, ainakin yksi halkaisija ja pituus sekä sijainti suhteessa muihin reikiin tietyn kuvion muodostamiseksi. Tällöin reiän muoto voi olla kulmikas, suorakaide tai ympyrämäinen, säteilylähteestä peräisin olevan säteilyn johtamiseksi mainitun ainakin yhden reiän kautta ionisaatio-osaan, siinä kulkevaan kaasuun sille aiheutuvan annosnopeuden optimoimiseksi kaasun varautumisen kannalta tarkoituksenmukaisimmalla tavalla. Reikien muodolla, varsinkin pituudella ja pituussuuntaa vastaan kohtisuoralla poikkipinta-alalla sekä myös muodolla voidaan vaikuttaa säteilyn jakautuneisuuteen ionisaatio-osassa. Samaa periaatetta voidaan soveltaa myös toisen kertaluvun kennorakenteeseen, jolloin säteilylähde voidaan järjestää modulaariseksi ja vaihdettavaksi esimerkiksi pikaliitoksin säteilylähteen ja säteilyn ohjainlevyn liittämiseksi varaajaosaan. Tällöin voidaan vaikuttaa säteilyn suuntakuvioon vastaavalla tavalla kuin ensimmäisen kertaluvun kennorakenteen yhteydessä on selostettu.

Kuvan 3A ajautumiskammiossa 200 on analyysiosaa 203 vastaava osa, analyysikennon, joka on oleellisesti analyysielektrodeista 313 ja 314 muodostuvan analyysielektrodiparin kohdalla. Elektrodi 313 on tarkoitettu kytkettäväksi jännitteeseen esimerkiksi jännitelähteen 413 välityksellä (kuva 4A) sähkökentän 315 järjestämiseksi elektrodien 313 ja 314 välille. Jännitelähdettä ei ole esitetty kuvassa 3A. Elektrodi 314 on tällöin oleellisesti vakio potentiaalissa lähellä maapotentiaalia. Kunkin saapuvan ionin mukana saapuva varaus muuttaa elektrodin 314 potentiaalia hiukan, jolloin elektrodin 314 potentiaalin muutokset ovat saapuvaa ionia kohti laskettuna varsin pieniä. Kun ioneja saapuu elektrodille 314, niin sen varausmuutokset voidaan havaita sähkövirtana. Edullisimmin varausmuutosten havaitseminen tapahtuu elektrometrillä tai vastaavalla tai esimerkiksi sopivalla virta-jännitemuuntimella. Tällöin varausmuutosten havaitsemiseksi voidaan käyttää elektrodia 314 elektrometrin anturina, jonka varausmuutoksia havaitaan. Tällöin virta-jännitemuuntimen avulla voidaan muodostaa eräs elektrometrin lähtösignaali ja sen perusteella joko suoraan tai muokkaamalla analyysisignaali, esimerkiksi jännitesignaali maapotentiaalin suhteen. Voidaan myös käyttää jotain muuta, alan ammattimiehelle sinänsä tunnettua järjestelyä heikkojen varausmuutosten havaitsemiseksi ja muuntamiseksi virta- ja/tai jännitesignaali. Mainitunlaisen varausmuutoksiin perustuvan virta- tai jännitesignaalin

havaitseminen voidaan järjestää myös johonkin muuhun referenssipotentiaaliin kuin maapotentiaaliin nähden.

5 Analyysitilanteessa analyysikennon elektrodien 313 ja 314 välinen sähkökenttä voi olla tällöin ajasta riippuva, jolloin aikariippuvuutta kuvaava aaltomuoto on edullisimmin esimerkiksi sini, kolmio tai ramppi, pyyhkäisevän sähkökentän aikaansaamiseksi. Keksinnössä ei haluta rajoittaa mainitun sähkökentän aaltomuotoa joksikin tietyksi vaan se voi olla myös ns. vapaa aaltomuoto, jolloin se on esitettävissä eksponenttifunktion avulla muodostettavien termien sarjana. Voidaan toki järjestää myös niin, että havaitaan elektrodilta 313 varausmuutoksia itseisarvoltaan korkeassa  
10 potentiaalissa maahan nähden, mutta tällöin elektrodien 314 ja 313 välisen jännitteen ottaminen huomioon varsinaista haluttua signaalia muodostettaessa voi vaatia erikoisjärjestelyjä. Tällöin voidaan myös menettää joiltain osin referenssikennon käytöllä saavutettuja hyötyjä liikkuvuuden määrittystarkkuudessa. Keksinnössä ei haluta rajoittaa sähkökentän 315 suuntaa pelkästään kuvaan piirrettyyn hetkelliseen tapaukseen, vaan voidaan käyttää muuta, staattista sähkökenttää, mutta myös vaihtosähkökenttää, jolla on hetkellinen suunta, eräs amplitudi, taajuus ja/tai aaltomuoto.  
15

Ionien liikkuvuuden tunnistuksessa otetaan keksinnön suoritustavoissa huomioon analyysikennolla sekä referenssikennolla ionien keräystehokkuuden riippuvuus kennelektrodien välisestä elektrodijännitteestä, sekä ensimmäisen kertaluvun kennorakenteesta että toisen kertaluvun kennorakenteesta. Ionien tunnistukseen liittyen keräystehokkuuden riippuvuus kennon elektrodien välisestä jännitteestä voidaan ottaa myös huomioon muilla kennoilla, kuten etukennolla ja/tai takakennolla, myös sellaisessa ensimmäisen kertaluvun kennorakenteesta, jossa on etukenno ja/tai takakenno.  
20

Todetaan referenssielektrodista ja analyysielektrodista, että erästä sellaista käyttämällä voidaan muodostaa myös suoraan mainitun elektrodin potentiaalin muutokseen maapotentiaalin suhteen perustuva jännitesignaali, mutta tällöin joudutaan ottamaan huomioon mainitun potentiaalin muutoksen mahdollinen vaikutus ionien keräytymistehokkuuteen mainitulle elektrodille.  
25

Referenssielektrodin avulla muodostettavassa referenssisignaaliin voidaan ottaa huomioon myös kaasun nopeuden perusteella ajanhetki, jolla referenssisignaalin hetkellinen arvo on muodostettu. Tällöin analyysikennolle asti kaasun mukana etenevä mahdollinen häiriö voidaan eliminoida oikeassa vaiheessa ionien liikkuvuuden analysoimiseksi käytettävästä signaalista, mittaustarkkuuden parantamiseksi.  
30

- Referenssielektrodiparin alueelle virtaavan kaasun tilaa voidaan kuvata lukuisin fysikaalisin suurein. Kuvassa 3A on havainnollistettu kaasunäytteen näytekaasun fysi-  
 kaalista tilaa sen saapuessa kennorakenteen referenssiosalle eräällä ensimmäisellä ti-  
 lavektorilla  $Y_{stö_i} = Y_{stö_i}(T, RH, S_i, \mu_{xi}, r, \dots, N_i)$ , jossa on äärellinen määrä kom-  
 5 ponentteja. Tällöin eräs tilavektorin komponenttien joukko voidaan kuvata seuraa-  
 vasti:  $T$ =kaasun tai vastaavan lämpötila,  $RH$ =suhteellinen kosteus,  $S_i$ =saturaatiosuhde kaasussa olevalle komponentille  $i$ ,  $\mu_{xi}$ =massa-absorptiokerroin  
 säteilylajille  $x$  kaasussa olevalla eräällä komponentilla  $i$ ,  $r$ =kaasun tiheys,  $N_i$ = kaa-  
 sun erään komponentin  $i$  rakenneyksiköiden mooliosuus. Edullisimmin mainitun ti-  
 10 lavektorin komponenttien muodostama jono on vapaa, ts. tilavektorin komponentit  
 eivät riipu toisistaan. Käytännössä kuitenkin voidaan joutua valitsemaan mittaustek-  
 nisistä syistä sellaisiakin komponentteja jonoon, että jonon vapaudesta voidaan jou-  
 tua tinkimään. Mainittujen lisäksi ensimmäisen tilavektorin komponentteina voivat  
 olla kaasun erään komponentin  $i$  resistiivisyys, viskositeetti, paine, osapaine, kaasu-  
 15 komponentin  $i$  kaasumolekyylien keskimääräinen vapaa matka tietyssä paineessa ja  
 lämpötilassa sekä tietyn kaasun koostumuksen osuudella, diffuusiovakio ja/tai erään  
 kaasumolekyylin lajia  $i$  mekaaninen liikkuvuus sekä virtauskentän turbulentti-  
 suus/laminaarisuus. Keksinnössä ei kuitenkaan haluta rajoittua mihinkään tiettyyn  
 mainittujen suureiden yhdistelmään.
- 20 Kuvassa 3A on havainnollistettu näytekaasun virtauksen tilaa analyysiosassa toisella  
 tilavektorilla  $Y_{stö_o}$ , joka tietyllä tarkkuudella on sama kuin  $Y_{stö_i}$ . Olettamalla en-  
 simmäinen ja toinen tilavektori vastinkomponenteittain samoiksi voidaan ana-  
 lyysielektrodilla 314 havaittua sähkövirtaa korjata referenssielektrodilta 304 havai-  
 tun sähkövirran perusteella muodostettavalla korjauksella, joka voidaan muodostaa  
 25 esimerkiksi referenssisignaalin perusteella. Jos ensimmäinen ja toinen tilavektori ei-  
 vät ole riittävällä tarkkuudella samat voidaan eroavuus ottaa huomioon kalibroinnil-  
 la.

- Edullisimmin referenssielektrodiparin välinen sähkökenttä 305 on järjestetty samalla  
 tavalla kuin analyysielektrodiparin välinen sähkökenttä, kuten kuvaan on merkitty  
 30 niin sähkökentän amplitudin, voimakkuuden kuin taajuuden sekä vaiheen suhteen  
 Tästä voidaan kuitenkin poiketa, kunhan tiedetään mikä mainitun poikkeuksen vai-  
 kutus on referenssisignaalin ja sitä kautta tutkittavan ionin liikkuvuusspektrille, jol-  
 loin poikkeama voidaan ottaa näytteessä olevan aineen tunnistuksessa huomioon.  
 Tällöin on myös mahdollista ottaa huomioon mahdolliset vaikutukset tilavektorille  
 35  $Y_{stö_i}$  tunnistuksen edetessä, myös iteratiivisesti. On myös mahdollista kompensoida  
 esimerkiksi mekaniikan valmistustarkkuudesta aiheutuvia rakenne-epävarmuuksia

käyttämällä sellaista jännitelähdettä, jossa voidaan erikseen säätää kennoa syöttävän jännitteen vaihetta ja amplitudia, edullisimmin toisistaan riippumattomasti. Tällöin säätämisellä voidaan myös ymmärtää jatkuvatoimisen säädön lisäksi säätöalueen rajan asettaminen sekä kennorakennetta käyttävän laitteen toimintatilaan asettamisen yhteydessä tapahtuva kertaluonteinen asetus, myös toistuvaisluonteisen kalibroinnin yhteydessä.

Keksinnön eräässä suoritusmuodossa tilavektorit  $Y_{st\bar{o}_i}$  ja/tai  $Y_{st\bar{o}_o}$  on talletettu muistiin, jotta niitä voidaan käyttää ja/tai päivittää mittauksen tuloksen perusteella varsinaisen kalibroinnin jälkeen tapahtuvassa mittaustoiminnassa. Eräässä toisessa keksinnön suoritusmuodossa tilavektoria iteroidaan mittaustoiminnan aikana tulosten perusteella analyysituloksen tarkentamiseksi.

Kun ionisointiosasta tuleva näytekaasun ioni 301 kulkeutuu ajautumiskammiossa 200 ionin 301 keskimääräistä reittiä 312 analyysiosaan ja siinä sähkökentän 315 ulottuville, poikkeuttaa se (315) ionin 301 kulkua reitiltä 312 siten, että se 301 kulkeutuu elektrodille 314, jonne ioni 301 jää kuten aiemmin sinne tullut eräs toinen ioni 311, joka ei ole kuvassa vielä ehtinyt luovuttaa kaikkea varaustaan elektrodille 314, luovuttaakseen varauksensa elektrodille 314. Kun varaus on luovutettu, voi entinen ioni nyt neutraalina molekyylinä tai vastaavana, poistua elektrodilta 314 tai reagoida pinnan kanssa, joko kemiallisesti siihen sitoutuen tai adheesio-tyyppisten voimien vaikutuksesta, jäädä esimerkiksi pinnan rakenteen johonkin vakanssiin. Eräs vaihtoehto mainitulla entisellä ionilla on poistua muiden kaasun osasten mukana ja/tai niiden tavoin pois ajautumiskammioista 200.

Kuvaan 3A on merkitty ionille 301 negatiivinen varaus. Kuvaan 3A on piirretty hetkellisen tilanteen mukaisesti ionin reitti 312 sähkökentässä 315 pois päin elektrodilta 313. Sähkökenttä saadaan aikaan elektrodien 313 ja 314 välille kytkemällä niiden välille sopivan polariteetin omaava jännite. Jos ionin 301 varaus olisi vastakkainen kuvaan merkittyyn nähden ja kuitenkin elektrodi 313 olisi negatiivisemmassa potentiaalissa, kuin elektrodi 314, liikkuisi ioni 301 kohti elektrodia 313. Jos nyt vaihdetaan sähkökentän 315 suuntaa kuvassa esitetyn nuolen suuntaiseksi ja taas vastakkaiseksi, muuttuu myös ionin rata analyysiosassa sähkökentän muuttumista seuraten sellaisella tavalla, joka riippuu myös ionin 301 sähköisestä liikkuvuudesta.

Sähkökenttä 315 voi koostua vakiosuuruisesta sähkökentästä ja/tai sellaisesta vaihtosähkökentästä, jolla on tietty tarkoitukseen sopiva suunta, amplitudi ja taajuus, jolloin esimerkiksi elektrodille 314 voidaan poimia liikkuvuudeltaan tiettyjä ioneja.



Tällöin on myös mahdollista järjestää sähkökentälle tietty ajallinen kesto ja vaihdella sen ajallista kestoa niin, että voidaan toteuttaa erilaisia verrokkiolosuhteita, hyödynnettäväksi ionien liikkuvuuden määrittämisessä. Tällöin referenssielektrodiparin elektrodien välisen jännitteen tulee seurata tietyllä tavalla analyysielektrodiparin elektrodien välistä jännitettä. Edullisimmin referenssikennon ja analyysikennon kentillä on sama vaihe, taajuus ja amplitudi, kun elektrodit ovat mekaanisilta mitoiltaan samanlaiset. Samanlaisuus tulee tällöin ymmärtää tarkoittavan samanlaisuutta tietyllä valmistusteknisellä tarkkuudella ja sama vaihe siten, että yhdistämisessä on otettu huomioon kaasun virtauksesta ja/tai elektroniikan toiminnoista aiheutuvat viiveet.

- 5     Keksinnön eräässä suoritusmuodossa on referenssielektrodi, joka on hajautettu osaelektrodeiksi. Osaelektrodit toimivat tällöin tietyn saman ohjauksen alaisuudessa, jolloin mainittu ohjaus kullekin osaelektrodille on riippuvainen, mutta ei välttämättä sama, erään muun hajautetun referenssielektrodin osaelektrodien ohjauksesta. Osa-
- 15    elektrodeilta voidaan muodostaa erilliset osasignaalit, joita voidaan käsitellä erikseen ja/tai summata sopivalla tavalla sopivassa vaiheessa kokonaissignaalin aikaansaamiseksi, viimekädessä liikkuvuusanalyysin tarkkuuden parantamiseksi.

- Keksinnön eräässä suoritusmuodossa on sellaisia elektrodipareja kuin referenssielektrodien 303 ja 304 muodostama elektrodipari, referenssielektrodipareja, ajautumiskammion referenssiosassa näytteen virtaussuunnassa peräkkäin. Tällöin mainittujen referenssielektrodien niiden elektrodien, jotka toimivat ionien varausten vastaanottamiseksi, kuten elektrodi 304, ei tarvitse olla keskenään saman mittaisia näytteen kulkeutumissuunnassa, vaan nämä voivat olla myös eri pituisia ja/tai muotoisia, jopa eri levyisiä. Tällöin voidaan saavuttaa etua varioimalla liikkuvuuden määrittämiseksi käytettäviä sähköisiä olosuhteita.
- 20

- 25    Keksinnön eräässä edullisessa suoritusmuodossa on sellaisia elektrodipareja kuin analyysielektrodien 313 ja 314 muodostama elektrodipari, analyysielektrodipareja, ajautumiskammion analyysiosassa näytteen virtaussuunnassa peräkkäin. Tällöin mainittujen analyysielektrodien niiden elektrodien, jotka toimivat ionien varausten vastaanottamiseksi, kuten elektrodi 314, ei tarvitse olla keskenään saman mittaisia näytteen kulkeutumissuunnassa, vaan nämä voivat olla myös eri pituisia ja/tai muotoisia, jopa eri levyisiä.
- 30

- Todetaan kuitenkin, että referenssielektrodiparin ja toisaalta analyysielektrodiparin tulee sähköisiltä ominaisuuksiltaan olla tietyllä tarkkuudella identtiset parhaan mahdollisen hyödyn saavuttamiseksi referenssielektrodien käytöstä. Kuitenkin on mahdollista keksinnöllisen ajatuksen mukaisesti käyttää myös ei-identtisiä referenssi- ja
- 35

analyysielektrodipareja, mutta tällöin niiden ei-identtisyydestä aiheutuvat sähköisten ominaisuuksien erot ovat luonteeltaan sellaisia, että ne voidaan ottaa huomioon tietyllä tarkkuudella referenssi- ja/tai analyysisignaaleja muodostettaessa. Esimerkkinä mahdollisista mainituista eroista elektrodiparien välillä mainitaan elektrodiparin elektrodien etäisyys, muoto ja koko sekä myös materiaali, erityisesti pintamateriaali. Pintamateriaalilla on myös tärkeä osuus eri elektrodien sähköisiä ominaisuuksia arvioitaessa pitkällä aikajänteellä. Nimittäin elektrodipinnoilla, esimerkiksi kun ne ovat metallia, on taipumus muodostaa yhdisteitä kaasunäytteen tiettyjen komponenttien kanssa, jolloin johtavuusominaisuudet voivat aikaa myöten muuttua elektrodipinnoilla. Lisäksi hiukkasmainen aines voi joissakin erityisen epäedullisissa käyttöolosuhteissa löytää tiensä muodossa tai toisessa tietyille elektrodipinnoille, jolloin niille joutuessaan hiukkasmainen aines voi myös muuttaa sen elektrodin pinnan johtavuusominaisuuksia, jolle se asettuu.

## B. TOINEN EDULLINEN SUORITUSMUOTO

Kuvassa 3B on esitetty esimerkki keksinnön erään toisen edullisen suoritusmuodon mukainen toisen kertaluvun kennorakenteesta 300. Kuvassa 3B on merkitty sulkeutuvalla katkoviivalla rajaten alue jossa on pääosin oleellisesti kuvan 3A mukainen ensimmäisen kertaluvun kennorakenne 200A, joka kuitenkin poikkeaa geometrialtaan kuvassa 3A esitetystä kennorakenteesta ionisaation järjestelyn suhteen, kuitenkin ionisaatio-osan ollessa oleellisesti referenssiosan ja analyysiosan välillä kuvan 2 tapaan. Todetaan myös, että kuvan 3A kennorakenne 200A eroaa kuvan 3B kennorakenteesta 300 jakolevyn suhteen, joka on viitenumeroiden 344 ja 343 avulla osoitettu, ja jossa osa 344 viittaa mainitun jakolevyn yhtenäisesti umpinaiseen osaan ja osa 343 saman jakolevyn sellaiseen osaan, jossa on aukko tai useampia aukkoja. Aukkoinen osa 343 jakolevyä on edullisimmin järjestettynä erään elektrodiparin kohdalle, jossa elektrodiparissa eräs ensimmäinen elektrodi 303, 313, 323, 333 ja eräs toinen elektrodi 304, 314, 314, 334. Jakolevyn tehtävänä on jakaa toisen kertaluvun kennorakenteessa virtaus osiin, joista toiseen kohdistetaan ionisaatiovaikutus ja toiseen ei kohdisteta. Jakolevyn muotoilulla voidaan vaikuttaa kaasuvirtauksen profiiliin. Jakolevy voi olla tasainen, mutta siinä voi olla erityinen muotoilu tietyssä osassa kaasuvirtauksen virtausprofiilin muokkaamiseksi, kuitenkin viimekädessä liikkuvuusanalyysin tarkkuuden optimoimiseksi. Tällöin muotoilulla voidaan saavuttaa etua, erityisesti tuloaukon ja/tai ionisointiosan sisäänmenon kohdalla, tai muissa sellaisissa kohdissa, joissa kaasuvirtauksen geometria ja siten profiili voi muuttua. Esimerkiksi ionisaattoriosaa varten voidaan järjestää riittävän tulovirtauksen aikaansaamiseksi jakolevyyn sopiva muotoilu. Lisäksi todettakoon, että jakole-

vyn erilaisilla muotoiluilla voidaan vaikuttaa kaasun sekoittumiseen, joko sekoittumista tasaavasti tai sitä edistävasti. Jakolevyn muotoilulla voidaan vaikuttaa myös virtauksen laatuun jakolevyn muotoillun alueen läheisyydessä, onko se turbulentti, laminaarinen vai niiden välisellä siirtymäalueella.

- 5 Umpinainen osa 344 jakolevyä on edullisimmin järjestettynä ionisaatio-osan kohdalle, estämään ionisaatiovaikutusta näytekaasun siihen osaan, joka kulkee ajautumiskammion 200 läpi sen osaa 342 pitkin ionisaatio-osan ohi. Jos ionisaation aikaansaamiseksi käytetään säteilykenttää 306, jakolevyn materiaali ja/tai ainevahvuus tulee tällöin edullisimmin valita säteilykentän 306 komponenttien mukaisesti, niin että  
 10 ionisaatiovaikutus minimoituu ajautumiskammion 200 puolella 342 jakolevyn osaa 344 ja rajoittuu siis osaan 341 sen tiettyyn tilavuuteen.

- Jotta kennorakenteeseen sen sisäänmenosta 204 sisään menevän kaasunäytteen virtauksen 100 mukana kulkeva kaasun rakenneyksikkö 210 voisi katkoviivojen 220 ja 221 rajaamaan ionisaatio-osaan aikanaan joutuessaan muuttua ioniksi 301, tulee sen  
 15 210 kulkea jakolevyn osan 344 siltä puolelta ajautumiskammiota 200, jota on merkitty viitenumerolla 341, ainakin ionisaattorin kohdalla. Jakolevyn osassa 344 voi olla sen rakenteeseen integroitu elektrodi 308, tai itse levyn osa 344 voi toimia elektrodina, sähkökentän aikaansaamiseksi. Ionisaatio voi perustua koronapurkauseen. Tällöin koronapurkauksen ylläpitämiseksi sähkökentän avulla ionisaatio-  
 20 osassa on edullisimmin ainakin kaksi elektrodia 307 ja 308, joiden välisen sähkökentän vaikutuksesta mainittujen elektrodien välillä tapahtuu koronapurkaus kun mainitun sähkökentän voimakkuus on riittävän elektrodien 307 ja 308 välisen potentiaalieron avulla aikaansaatua.

- Kuvan 3B kennorakenteessa ajautumiskammiota 200 rajoittaa tasomainen osa 322, sekä taso 302. Osa 302 voi olla kuvan mukaisesti muotoiltu, jolloin siinä voi olla  
 25 aukkoja virtauskanavan tietyn muotoilun mahdollistamiseksi. Kuvaan piirrettyyn tasomaiseen osaan 322, on yhdistetty tuki 318 sen jakolevyn tukemiseksi, jossa on osat 343 ja 344. Mainitun jakolevyn erottamiseksi kennorakenteeseen kuuluvasta osasta 302 kuvan 3B mukaisessa kennorakenteessa siinä on eräs tukiosa 317. Mainitut osat voivat olla muotoiltu edullisimmin kaasuvirtauskanavan muodostamiseksi  
 30 kaasuvirtauksen 100 sisään tuloa 204 ja ulosmenoa 205 varten, johon muotoiluun voidaan käyttää myös kanavan seinäosaa 354. Kuvan 3B elektrodien kiinnittämiseksi materiaalivalinnoissa voidaan käyttää eristeitä, joiden resistiivisyys, varsinkin pintaresistiivisyys on vakaa ja edullisimmin mahdollisimman suuri vuotovirtojen eliminoinniseksi elektrodien sähköisellä toiminta-alueella.  
 35

Jakolevy, jossa on osat 343 ja 344, voi olla esimerkiksi ruostumatonta terästä, kaptonia, tai PTFE:tä. Eräs mahdollinen erityismateriaali voi olla sellainen ruostumaton teräs, joka on pinnoitettu titaaninitridipinnoitteella. Se sopii erityisesti avaruustekniin sovelluksiin koska se on inertti ja sähköisesti vakaa. Sähkökentän käyttö ionisaatio-osassa 202 voi edellyttää elektrodin 308 eristämistä jakolevystä. Eristemateriaalia käytettäessä jakolevyssä elektrodi 308 voidaan kiinnittää siihen suoraan. Kuvassa 3B on esitetty eräs elektrodipari, etukenttäelektrodipari, joka käsittää elektrodit 323 ja 324 erityisen etukentän muodostamiseksi. Etukenttäelektrodiparin alueella olevat elektrodit kuuluvat etukennoon. Etukennon etukentän tehtävänä on poistaa kaasunäytteestä ionien liikkuvuusanalyysin kannalta asiaankuulumattomia varauksia kantavia hiukkasja ja/tai ioneja, jotta ne eivät pääsisi syvemmälle virtaussuunnassa haittaamaan varautumista sekä myös liikkuvuuspektrin muodostamista. Lisäksi etukentän vastaelektrodia 324 voidaan hyödyntää eräänä mittauselektrodina ja käyttää siltä saatavaa signaalia suoraan tai sen perusteella muodostettavaa tietoa hyväksi varsinaisessa kaasumittauksessa ja ionien tunnistuksessa.

Kuvassa 3B on esitetty myös eräs toinen elektrodipari, takakenttäelektrodipari, joka koostuu sellaisesta elektrodista kuin 333 ja elektrodista 334, jotka kuuluvat takakennoon. Takakennon takakenttäelektrodiparin tarkoituksena on aikaansaada eräs sähkökenttä analyysielektrodin jälkeen sen taakse, takakenttä, ja sen avulla mahdollistaa reaaliaikainen kaasun nopeuden mittausta. Koska analyysielektrodiparin keräystehokkuus riippuu sen elektrodien välisestä jännitteestä, voi osa ioneista jäädä keräytymättä analyysielektrodiparille. Kun takakenttäelektrodiparin elektrodien välille kytketään jännite, voidaan analyysielektrodille keräytymättä jääneitä ioneja kerätä takakenttäelektrodien avulla. Varsinaisen analyysielektrodiparin avulla aikaansaatu sähkökenttä voi vaihdella esimerkiksi sinimuotoisesti. Tällöin voidaan takakentän kenttävoimakkuus ja/tai taajuus edullisimmin sitoa analyysijännitteen vastaaviin suureisiin, sekä edullisimmin tällöin myös käyttää hyväksi referenssisignaalia takakentältä saatavan signaalin, takakenttäsignaalin, muodostamisessa. Ionien keräytyminen takakenttäelektrodille aikaansaa varausmuutoksia siinä, jolloin takakenttäelektrodilta 344 voidaan muodostaa takakenttäsignaali analogisella tavalla samoin kuin analyysielektrodilta 314 muodostetaan analyysisignaali. Mainittu takakenttäsignaali voi olla muodoltaan erilainen kuin analyysisignaali, esimerkiksi vääristyneisyyden ja/tai vaihesiirron johdosta. Tällöin vaihesiirron perusteella voidaan määrittää kaasun nopeus vertaamalla analyysisignaalin ja toisaalta takakenttäsignaalin tiettyjä aaltomuotoja keskenään. Tällöin tietyllä aikavälillä esiintyvällä analyysisignaalin aaltomuodolla on tietty viive, joka riippuu kaasun virtausnopeudesta, ennen kuin vastaava aaltomuoto on havaittavissa takakenttäelektrodilta takakennossa tiet-

- tyä aikaa myöhemmin. Tällöin voidaan käyttää esimerkiksi autokorrelaatiofunktion perusteella tapahtuvaa viiveen määrittystä. Tällöin kaasuvirtauksen 100 virtausnopeus voidaan mitata reaaliaikaisesti yhdessä ionimittauksen kanssa. Takakenttäsignaalia voidaan lisäksi prosessoida esimerkiksi mittausvahvistimella, jota ei kuitenkaan
- 5 ole piirretty kuvaan 3B mukaan. Kuvaan ei myöskään ole piirretty muita vahvistimia (analyysisignaalin ja referenssisignaalin vahvistamiseksi ja/tai käsittelemiseksi tarvittavia vahvistimia tai vastaavia) ja/tai jännitelähteitä, eikä myöskään mainittujen ohjaamiseksi tarvittavia välineitä eikä muita esimerkiksi signaalien suodattamiseen käytettäviä välineitä.
- 10 Takakenttäelektrodiparin elektrodien geometria ja koko valitaan edullisimmin keksinnön erään suoritusmuodon mukaisessa kennorakenteessa analyysielektrodiparin keräystehokkuuden ja mainitun vaihe-eron, sekä siinä sallittavissa olevan mittausvirheen perusteella.
- Keksinnön erään edullisen suoritusmuodon mukaisessa kennorakenteessa eräs takakenttäelektrodi on hajautetun analyysielektrodin osa, jolloin myös takakenttää voidaan käyttää hyväksi tunnistuksessa.
- 15 Takakenttäelektrodiparin avulla tapahtuvassa kaasun nopeuden mittauksessa saavutetaan etua paine-ero- ja massavirtamittauksiin perustuviin tekniikoihin nähden esimerkiksi siinä, että takakenttäelektrodin avulla tapahtuva menetelmä ei ole riippuvainen näytekaasun tiheydestä ja siten kosteudesta ja/tai näytekaasun pitoisuudesta siten kuin massavirta- ja paine-eromittauksiin perustuvissa menetelmissä.
- 20 Tarkastellaan seuraavassa esimerkissä kuvan 3B mukaisen kennon toimintaa. Näytekaasu viedään ajautumiskammiota 200 pitkin referenssielektrodiparin ulottuville ja siten mainitun elektrodiparin elektrodien väliseen sähkökenttään. Kaasu virtaa edelleen ionisaatio-osan ohi (kuvassa katkoviivojen 220 ja 221 jatkeiden väliin rajoittuva osa ajautumiskammiota 200 osassa 341), jolloin kaasu ionisoituu tietyllä tavalla, joka määräytyy ionisaatiolähteen, varaajan, ominaisuuksien mukaan. Kun kaasuvirtaus etenee analyysielektrodiparin kohdalle juuri mainitun elektrodiparin elektrodien välillä olevaan sähkökenttään, voidaan syntyneet ionit analysoida analyysielektrodiparin muodostaman sähkökentän avulla.
- 25 30 Sellaisen jakolevyn avulla, jossa on osat 343 ja 344, on mahdollista toteuttaa keksinnön erään edullisen suoritusmuodon mukainen kennorakenne toisen kertaluvun mukaisena, mutta yksinkertaisella mekaanisella rakenteella. Tällöin kaasuvirtaus, joka kulkee ionisaatio-osan varaavan osan puolelta jakolevyä 341 varautuu, kun taas

se osa kaasuvirtausta, joka kulkee jakolevyn toiselta puolelta 342, ei varaudu. Tällöin varautuneen kaasun tilavuusvirtauksen osuutta suhteessa varautumattomaan kaasuun tilavuusvirtaukseen voidaan optimoida mittaustarkkuuden kannalta edullisimmaksi asettelemalla jakolevy sopivalle etäisyydelle levyjen 302 ja 322 välillä oleellisesti niiden suuntaisesti. Tällöin kuvan 3B merkinnöin osat 317 ja 318 voidaan järjestää vastaamaan erilaisia mittausgeometrioita, joissa on erilainen varatun kaasun tilavuuden suhde varaamattoman kaasun tilavuuteen. Tällöin on myös mahdollista tehdä kammion 200A mitat aseteltavaksi ja siten säädettäväksi. Tällöin osat 317 ja 318 voivat myös muodostua kukin useasta osasta, jotka osat muodostavat kammion eräänlaisen viritysarjan kennorakenteen mittojen optimoimiseksi tiettyä kaasumittausta varten. Jakolevyllä voidaan myös minimoida virtausmekaanisia häiriöitä kaasuvirtauksessa.

Keksinnön eräässä edullisessa suoritusmuodossa jakolevy, jossa on osat 343 ja 344, voidaan varustaa välineillä jännitteen kytkemiseksi jakolevyn ja erään referenssipotentiaalissa - esimerkiksi maapotentiaalissa - olevan osan välille, analogisesti kuten triodi-tyyppisen radioputken hilalle, jolloin jakolevyllä kytkettävällä mainitulla jännitteellä on mahdollista kontrolloida ionien liikkumista jakolevyn aukkojen läpi erälle analyysielektrodille samaan tapaan kuin radioputken hilajännitteellä kontrolloidaan anodin ja katodin välistä elektronien virtaa.

## 20 C. JOUKKO MUITA EDULLISIA SUORITUSMUOTOJA

Kuvassa 4A on esitetty kaavio, jossa on esimerkkinä keksinnön erään suoritusmuodon mukainen laite 400, kaasumittauslaite 400. Siinä on sellainen kennorakenne 200A, joka on esitetty kuvassa 3A. Kaasumittauslaitteessa 400 voi olla myös kuvan 3B mukainen kennorakenne 300. Sellaista kaasumittauslaitetta on havainnollistettu kuvassa 4B. Kaasumittauslaitteessa 400 voi olla myös joukko sellaisia kennorakenteita, joissa kukin kennorakenne on tällöin optimoituna tietyn minimiliikkuvuuden ja maksimiliikkuvuuden välisen liikkuvuusalueen välillä havaittavissa olevien ionien liikkuvuuksien havaitsemiseksi. Käyttämällä useaa kennorakennetta rinnan voidaan tällöin kattaa laajempi liikkuvuusalue kuin käyttämällä yksittäistä kennorakennetta. Hintana on tällöin myös tarvittavien ohjaus- ja muiden laitteiden määrän lisääntyminen ja/tai ohjauksen muuttuminen monimutkaisemmaksi. Tällöin laitteessa voi olla myös joko jommankumman tyyppisiä kennorakenteita tai molempien tyyppisiä, liikkuvuusalueen optimoimiseksi. Tällöin esimerkiksi voidaan järjestää rinnan käytettävistä kennorakenteista eräs positiivisten ionein tunnistamiseksi ja eräs toinen negatiivisten ionien tunnistamiseksi. Todetaan myös, että käyttämällä useaa kennorakennetta rinnakkain mittalaitteessa voidaan lisätä mittalaitteen redundanssia, josta on

hyötyä vikatilanteita vastaan. Lisäksi usean kennorakenteen laitteella voidaan mahdollistaa mittauksia, joissa on tarpeen vaiheistaa ionien liikkuvuusanalyysi tiettyjen aineiden tunnistamiseksi tarvitsematta esimerkiksi huuhdella kammiota analyysien välillä, mikä olisi tarpeen esimerkiksi yksittäisellä kennorakenteella varustetulla laitteella vastaavassa tilanteessa. On myös mahdollista mitata sekä positiivisia että negatiivisia ioneja oleellisen samasta ympäristöstä samanaikaisesti

10 Kuvaan 4A piirrettyillä merkinnöillä keksinnön erään edullisen suoritusmuodon mukaisessa kaasunmittauslaitteessa 400 on aspiraatiokondensaattorilla muodostettu kuvan 3A mukainen ensimmäisen kertaluvun kennorakenne 200A. Tällöin kuvan 4A merkinnöillä kennorakenteessa on referenssikenno 411, ionisaatio-osa 410 ja analyysikenno 409, mainitussa järjestyksessä kaasunäytteen etenemissuunnassa analyysikammiota pitkin.

15 Kuvaan 4B piirrettyillä merkinnöillä esimerkkinä keksinnön erään edullisen suoritusmuodon mukaisesta laitteesta 400 on aspiraatiokondensaattorilla muodostettu kuvan 3B mukainen toisen kertaluvun kennorakenne 300, jossa on siis myös jakolevy. Tällöin kuvan 4B merkinnöillä kennorakenteessa on referenssikenno 411, ionisaatio-osa 410 ja analyysikenno 409, mainitussa järjestyksessä kaasunäytteen etenemissuunnassa analyysikammiota pitkin. Kuitenkin tällöin kuvan 4B mukaisessa laitteen 20 400 kennorakenteessa on eräs etukenno 414 ennen referenssikennoa. Etukenno on tällöin edullisimmin toteutettu sellaisen etukenttäelektrodiparin avulla, jossa on elektrodi 323 ja elektrodi 324, kuten kuvan 3B kennorakenteen 300 yhteydessä on esitetty. Kuvan 4B esimerkissä laitteen 400 kennorakenteesta on esitetty vielä takakenno 415, joka on näytekaasun virtaussuunnassa analyysikennon 409 jälkeen. Ta- 25 kakenno on tällöin edullisimmin sellaisen takakenttäelektrodiparin avulla toteutettu, jossa on elektrodi 333 ja elektrodi 334, kuten kuvan 3B kennorakenteen 300 yhteydessä on esitetty. Takakenttäelektrodin avulla voidaan määrittää kaasuvirtauksen 100 keskimääräinen nopeus.

30 Etukenno ja/tai takakenno voidaan myös jättää pois sellaisesta toisen kertaluvun kennorakenteesta, jota on havainnollistettu kuvassa 3B. Tällöin tosin jäävät kennorakenteesta ja siten laitteesta pois jätetyn kennon tarjoamat edut saavuttamatta, mutta vastapainona kennorakenne sinänsä on tällöin yksinkertaisempi jolloin myös toi- 35 saalta laitteesta 400 saadaan säästettyä tilaa.

Keksinnön eräässä edullisen suoritusmuodon mukaisessa kaasunmittauslaitteessa 400 on mikroprosessori 406 sen 400 analyysi- ja muiden toimintojen ylläpitämiseksi



ja ohjaamiseksi sekä referenssi- ja analyysielektrodeilta saatavien signaalien prosessoimiseksi. Lisäksi kennorakenteessa 300 olevan etu- ja/tai takakenttäelektrodiparin erään elektrodin avulla saatavissa olevan signaalin käsittelemiseksi laitteessa 400 voi olla omat erityiset välineensä, jotka edullisimmin ovat ohjelmallisia.

5

Kuviin 4A ja 4B on piirretty referenssikennolta 411 tulevan signaalin vahvistamiseksi tarkoitettu vahvistin 412, jota kuvien esittämissä esimerkeissä voidaan ohjata mikroprosessorin 406 välityksellä. Kuviin on piirretty vahvistin 422 myös analyysikennoon 409 liitettynä. Kuitenkin myös kuvaan 4B piirrettyihin etukennoon 414, ja/tai takakennoon 415 voidaan kytkeä vahvistin erään signaalin vahvistamiseksi ja/tai saatavissa olevan signaalien käsittelemiseksi, vaikka kuvassa 4B sellaisia ei olekaan piirrettynä. Tällöin kyseinen vahvistin voi olla edullisimmin mikroprosessorin 406 ohjaama, ainakin osittain.

10

15 Vahvistimet 412 ja 422 on piirretty kytkettynä komparaattorielimelle 407, joka on myös yhteydessä mikroprosessoriin 406. Komparaattorielimellä 407 voi olla useita sisäänmenoja, esimerkiksi yksi kutakin erään kennon elektrodilta saatavissa olevaa signaalia kohden. Komparaattorielin 407 voi käsitellä myös erään sisään tulevan signaalin käsittelemiseksi tarvittavia signaalinkäsittelyvälineitä, jotka edullisimmin on  
20 järjestetty viimekädessä ionien tunnistamisen optimoimiseksi. Komparaattorielin 407 on yhteydessä mikroprosessoriin 406, komparaattorielimen kautta tulevan analyysisignaalin syöttämiseksi mikroprosessorille sillä tapahtuvia toimenpiteitä varten.

20

Kuviin 4A ja 4B on piirretty vahvistin 412 yhdistettynä komparaattorielimelle 407,  
25 ja kaksisuuntaisella yhteydellä mikroprosessorille 406, jolloin mikroprosessorille 406 voidaan saada referenssisignaali suoraan sopivasti vahvistettuna ja digitaaliseen muotoon muokattuna vahvistimelta 412, kun sen 412 eräässä lähdössä on tarvittava analogia-digitaali-muunnin. Mainittu referenssisignaali voidaan saada mikroprosessorille 406 myös komparaattorielimen 407 kautta. Vastaavalla tavalla voidaan myös  
30 jonkin muun kennon 409, 410, 414, 415 elektrodilta peräisin oleva eräs signaali vahvistaa ja reitittää tarvittaessa joko suoraan mikroprosessorille 406 digitaalisessa muodossa tai reitittää mainittu signaali komparaattorielin 407 kautta, esimerkiksi mainitun signaalin yhdistämiseksi tietyllä tavalla muihin signaaleihin tai niiden osiin.

30

35

Kultakin sellaiselta vahvistimelta, jolla vahvistetaan eräästä kennosta 409, 410, 411, 414, 415 saatavaa signaalia, mutta joista vain vahvistimet 412 ja 422 on piirretty kuviin 4A ja 4B, voi olla yhteys komparaattorielimessä 407 olevaan erilliseen si-



5 säänmenoon. Komparaattorielimestä 407 voi olla esimerkiksi analoginen sisäänmeno ja digitaalinen ulostulo. Tällöin mikroprosessorilla 406 voidaan ohjata komparaattorielimen 407 toimintoja signaalien käsittelemiseksi, joka voidaan toteuttaa soveltuvien osien myös ohjelmallisesti mikroprosessorissa, tilan ja/tai komponenttien säästämiseksi.

10 Mikroprosessorilla 406 ja siinä toimivilla ohjelmallisilla eräillä välineillä voidaan tällöin analysoida analyysisignaalia, muokata sitä esimerkiksi suodattamalla ja muodostaa ionien liikkuvuuspektri. Mainitun liikkuvuuspektrin perusteella voidaan tunnistaa liikkuvuuspektriin liittyvien ionien laji. Edullisimmin mikroprosessorilla 406 on yhteys myös eräisiin muistivälineisiin, tarvittavien ohjelmien, säätöparametrien ja/tai tunnistuksessa käytettävien muiden tietojen tallettamiseksi, vaikka kuvissa 4A ja 4B olevissa esimerkeissä laitteeseen 400 ei erikseen muistia olekaan piirretty. Ionien tunnistus perustuu edullisimmin kirjastoituihin tietoihin, jotka voivat muodostaa erään tietokannan, joka voi olla esimerkiksi relaatiotietokanta.

20 Keksinnön erään edullisen suoritusmuodon mukaisessa laitteessa 400 on lisäksi laitteen analyysitoiminnan ohjaamiseksi lähetin-vastaanotinvälineet 404 ja edullisesti myös antenni 403 tai vastaava, toiminnallisen ohjausyhteyden ylläpitämiseksi laitteen 400 ja sitä ohjaavan laitteen 401 ja/tai operaattorin välillä. Mikroprosessori 406 on tällöin edullisimmin yhdistetty myös lähetinvastaanotinvälineisiin 404, jolloin tiedon siirtäminen juuri mainittujen välillä on mahdollista.

25 Kuviin 4A ja 4B on piirretty matkaviestin ohjaavana laitteena 401, mutta se voi olla myös jokin muu radiolaitte, esimerkiksi radioteleskooppi avaruusteknisissä sovelluksissa tai infrapunälähetin. Tällöin kaasumittauslaitteen 400 ja sitä ohjaavan laitteen 401 välillä kulkeva viesti 402 voi käsittää herätteen kaasumittauslaitteen 400 ohjaamiseksi tai vasteena erääseen herätteeseen raportin mittaustuloksista ja/tai kaasumittauslaitteen 400 tilasta vastaanotettavaksi esimerkiksi laitteella 401. Tällöin eräällä herätteellä voidaan komentaa laitetta 400 asettamaan analyysitoimintaan vaikuttaville suureille tiettyjä arvoja vasteena mainitulle herätteelle. Esimerkkinä mainittakoon sellaiset suureet kuin tietyn kennon elektrodiparin elektrodien välisen jännite, sen aaltomuoto ja/tai taajuus.

35 Kuvassa 4A on esitetty, että mikroprosessori 406 on yhteydessä ohjauseliimiin jännitelähteissä 405 ja/tai 413 ja kuvassa 4B jännitelähteissä 423 ja/tai 425. Tällöin eräs ohjauselin, joka edullisimmin on jännitelähteessä 405, 413, 423, 425 sen osana, voi olla järjestetty yhden tai useamman kennorakenteen osan, esimerkiksi referenssi-

- kennon 411, ionisaatio-osan 410, analyysi- 409, etu- 414, ja/tai takakennon 415, ohjaamiseksi mikroprosessorin 406 ohjauksen mukaisesti. Kennoissa ja/tai ionisaatio-osassa tarvittavien jännitteiden muodostamiseksi käytettävät jännitelähteet 405, 413, 423, 425 edullisimmin käsittävät mainitut ohjauselimet. Kussakin ohjauselimessä on
- 5 tarvittava määrä sisäänmenoja erään tietyn jännitelähteen ulostulojännitteiden ohjaamiseksi. Tällöin erään jännitelähteen ulostulojännitteen napaisuus, nimellinen jännite, amplitudi, aaltomuoto ja/tai taajuus ovat edullisimmin itsenäisesti ohjattavissa kunkin kennorakenteen kennon tarpeen mukaisesti, ionien tunnistuksen tietyn tasoisen luotettavuuden mahdollistamiseksi.
- 10 Jännitelähteessä 423 on piirrettynä kuvassa 4B eri määrä lähtöjä otettuna käyttöön kennorakenteen osien syöttämiseksi kuin jännitelähteessä 413 kuvassa 4A. Jännitelähteessä 425 on piirrettynä kuvassa 4B eri määrä lähtöjä otettuna käyttöön kennorakenteen osien syöttämiseksi kuin jännitelähteessä 405 kuvassa 4A. Tämän vuoksi jännitelähteiden viitenumerot ovat erilaiset kuvien 4A ja 4B välillä vaikka itse jännitelähteillä ei muuta eroa olisikaan.
- 15

Kaasumittauslaite 400 voidaan asettaa myös raportoimaan omaa tilaansa koskevia tietoja ja/tai lähettämään analyysituloksia, sekä edellä mainittujen lähettämiseksi käyttämään tiettyä viestintämuotoa. Mainittu laite voi olla laboratorioon kiinteästi asennettavaksi tarkoitettu laite, maastokelpoinen ja/tai kannettava laite Maan päällä

20 tapahtuvaan käyttöön tiettyjen kaasumaisten aineiden tunnistamiseksi. Laite voi olla myös järjestetty kaasujen tunnistamiseksi kaivosolosuhteissa, tunneleissa, avaruusaluksessa, sukellusveneessä tai muussa tilassa, esimerkiksi laboratoriossa tai vetokaapissa, jossa kaasujen koostumuksella on merkitystä.

Kuvassa 5 on havainnollistettu keksinnön erään edullisen suoritusmuodon mukaista

25 menetelmää kantajakaasun ionien sähköisten liikkuvuuksien tunnistamiseksi sähkökenttien avulla. Tällöin eräs ensimmäinen sähkökenttä muodostetaan erään ensimmäisen referenssielektrodin ja erään toisen referenssielektrodin välille (500A), ja eräs toinen sähkökenttä muodostetaan erään ensimmäisen analyysielektrodin ja erään toisen analyysielektrodin välille (500B).

30 Kun sähkökentät on muodostettu, otetaan menetelmässä (501) kaasunäyte, joka esikäsitellään (502) esimerkiksi hiukkasten poistamiseksi, mutta siitä voidaan poistaa myös joko raskaita tai keveitä ioneja, joilla voi olla haitallista vaikutusta analyysitarkkuuteen ja/tai kennorakenteelle sinänsä. Poistettavat hiukkaset voivat olla

35 kiinteää ja/tai nestemäistä ainesta. Sähkökenttien muodostaminen voidaan tulkita myös siten, että erästä sähkökenttää muutetaan ensimmäisestä tilasta erääseen toi-

seen tilaan, joka on erilainen kuin mainittu ensimmäinen tila. Lisäksi edullisimmin jatkuvatoimisena menetelmässä voi olla useita vaiheita ainakin osittain samanaikaisesti meneillään.

- 5 Menetelmässä näytekaasu johdetaan ensin mainitun referenssikennon läpi erään referenssisignaalin muodostamiseksi, varataan näytekaasua sähköisesti varatuksi maitussa ionisaatio-osassa tietyn sähkövarauksen aikaansaamiseksi tietylle suhteelliselle osuudelle näytekaasun rakenneyksiköiden määrästä ja näytekaasun edelleen virratessa analyysikennolle ionisaatio-osan jälkeen, näytekaasussa olevat ionit analysoidaan perustuen niiden sähköiseen liikkuvuuteen.

- 15 Näytekaasua analysoidaan (503) erään ensimmäisen signaalin muodostamiseksi toisaalta eräällä referenssielektrodilla ja toisaalta erään toisen signaalin muodostamiseksi eräällä analyysielektrodilla, mainituilla referenssielektrodilla ja analyysielektrodilla havaittavien varausmuutosten perusteella. Analyysiin liittyy myös näytekaasun varaaminen ionisaatio-osassa, joka on referenssiosan ja analyysiosan välissä. Mainittua ensimmäisestä ja toisesta signaalia prosessoidaan (504) erään prosessoidun signaalin tuottamiseksi, jonka perusteella muodostetaan eräs liikkuvuusspektri, jota käytetään ionin tunnistamisessa (505). Tunnistuksessa voidaan käyttää esimerkiksi sopivaa dekonvoluutioalgoritmia. Tunnistus voi perustua myös kirjastoituihin tietoihin tai vastaavaan tietokantaan liikkuvuusspektristä. Lisäksi prosessoidun signaalin perusteella muodostettava liikkuvuusspektri voidaan raportoida joko ennen tunnistusta tai sen jälkeen eteenpäin, toiminnallisen tiedonsiirtoyhteyden perusteella, esimerkiksi radioteitse. Voidaan myös lähettää pelkkä prosessoitu signaali itse tunnistuksen suorittamiseksi hajautetusti esimerkiksi signaalia prosessoivan elimen tai vastaavan laitteen ulkopuolella. Hajautettu analyysi voi olla edullinen esimerkiksi avaruusteknisessä sovelluksessa tai sellaisessa tapauksessa kun itse kennorakenne on joko kaukana ja/tai suljetussa tilassa vaarallisten aineiden analysoimiseksi.

- 30 Keksinnön erään edullisen suoritusmuodon mukaisessa menetelmässä voidaan poistaa mainittu hiukkasmainen kiinteä ja/tai nestemäinen aine höyrystämällä. Tällöin kennorakenteen lämpötila tulee pitää vakiona, jolloin kaikki aine, joka saapuu kennorakenteen analyysikennoon on edullisimmin kaasufaasissa. Hiukkasten aiheuttamien muutosten vähentämiseksi elektrodipinnoilla, voidaan esimerkiksi ainakin analyysikennoa huuhdella hiukkasista vapaalla neutraalilla kaasulla, esimerkiksi syklisessä mittauksessa, jossa osan aikaa mitataan näytekaasua ja osan aikaa sitä huuhdellaan.

Esimerkkinä keksinnön erään suoritusmuodon mukaisen kennorakenteen edullisista mitoista todettakoon, että kennorakenteen ajautumiskammion korkeus, jolla tarkoitetaan elektrodiparin (esimerkiksi 313 ja 314) elektrodien välistä etäisyyttä, on keksinnön erään edullisen suoritusmuodon mukaisella ensimmäisen tai toisen kertaluvun kennorakenteen ajautumiskammion luokka 0,1-10 mm. Toisen kertaluvun kammion jakolevy on edullisimmin 0,05 - 9,95 mm etäisyydellä analyysielektrodista. Kaasun virtausnopeus keksinnön edullisen suoritusmuodon mukaisessa kennorakenteessa on luokkaa 0,1-10 l/min. Yksityiskohtainen virtausnopeuden valinta riippuu ionivirrasta, kennorakenteen ja/tai laitteen geometrisista mitoista yleensä ja virtauksen ylläpitämiseksi tarvittavasta pumpusta.

Taulukossa 1 on esitetty esimerkkejä keksinnön eräiden edullisten suoritusmuotojen käyttöparametreista. Taulukossa ei ole kuitenkaan mainittu vapaata aaltomuotoa, joka on esitettävissä eksponenttifunktion avulla muodostettavien signaalien perusteella niitä yhdistelemällä.

**Taulukko 1.** Esimerkkejä keksinnön eräiden edullisten suoritusmuotojen mukaisten kennorakenteiden käyttöparametreista ensimmäisen ja/tai toisen kertaluvun kennorakenteessa.

Kennorakenteen kennon tyyppi	Kennon sähkökentän			
	taajuus (Hz)	aaltomuoto	ampli- tudi (V)	tasajännitekomponentti( V )
Etukkenno	0 tai 1- 1000	DC tai sini, kolmio, ramppi	12	12 tai 0 (kun signaali ei ole DC)
Referenssikenno	1-1000	Sini, kolmio, ramppi	12	0
Analyysikenno	1-1000	Sini, kolmio, ramppi	12	0
Takakenno	0 tai 1- 1000	DC tai sini, kolmio, ramppi	12	12 tai 0 (kun signaali ei ole DC)

**Patenttivaatimukset**

1. Kennorakenne virtaavassa näytekaasussa olevien aineiden tunnistamiseksi perustuen ionien liikkuvuuteen, **tunnettu** siitä, että kennorakenteessa (200A, 300) on virtauskanava (200) kaasuvirtauksen ohjaamiseksi, referenssikenno (201, 411) järjestettynä erään referenssisignaalin muodostamiseksi, ionisaatio-osa (202, 410) ionisaatiovaikutuksen aikaansaamiseksi näytekaasuun ja analyysikenno (203, 409) järjestettynä erään analyysisignaalin muodostamiseksi, jolloin referenssikenno (201, 411), ionisaatio-osa (202, 410) ja analyysikenno (203, 409) sijaitsevat mainitussa järjestyksessä virtauskanavassa (200) näytekaasun virtaussuunnassa.
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen kennorakenne (300), **tunnettu** siitä, että siinä on lisäksi etukenno (414) ennen referenssikennoa (411), ja/tai takakenno (415) analyysikennon (409) jälkeen, kaasun virtaussuunnassa.
3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen kennorakenne (200A, 300), **tunnettu** siitä, että siinä on sellainen referenssikenno (201, 411), jolla on eräs elektrodirakenne, joka elektrodirakenne on oleellisesti samanlainen kuin analyysikennon (203, 409) elektrodirakenne.
4. Patenttivaatimuksen 1 mukainen kennorakenne (200A, 300), **tunnettu** siitä, että sen eräässä kennossa on elektrodipari, jossa on ensimmäinen elektrodi (303, 313, 323, 333) ja toinen elektrodi (304, 314, 324, 334).
5. Patenttivaatimuksen 4 mukainen kennorakenne (200A, 300), **tunnettu** siitä, että ainakin yksi elektrodi (303, 313, 323, 333, 304, 314, 324, 334) on kaksiosainen, jolloin siinä on ensimmäinen elektrodiosa ja toinen elektrodiosa.
6. Patenttivaatimuksen 5 mukainen kennorakenne, **tunnettu** siitä että, eräs ensimmäinen elektrodiosa on järjestetty sellaisen ensimmäisen sähkökentän aikaansaamiseksi, jolla on toistuva huippuarvo, suunta ja/tai taajuus.
7. Patenttivaatimusten 6 mukainen kennorakenne, **tunnettu** siitä että, eräs toinen elektrodiosa on järjestetty sellaisen toisen sähkökentän aikaansaamiseksi, joka on erilainen kuin mainittu ensimmäinen sähkökenttä.

8. Patenttivaatimuksen 1 mukainen kennorakenne (300), **tunnettu** siitä, että siinä on virtauskanavassa jakolevy virtauskanavan (200) jakamiseksi kahteen sen (200) suuntaiseen osaan, jotka ovat ensimmäinen osa (341) ja toinen osa (342).
- 5 9. Patenttivaatimuksen 8 mukainen kennorakenne (300), **tunnettu** siitä, että ionisaatio-osa on virtauskanavan ensimmäisessä osassa (341) ionisointivaikutuksen rajaamiseksi mainittuun virtauskanavan osan (341) tilavuuden osaan.
- 10 10. Patenttivaatimuksen 8 mukainen kennorakenne (300) **tunnettu** siitä, että siinä on ensimmäisen elektrodin (303, 313, 323, 333) ja toisen elektrodin (304, 314, 314, 334) välissä jakolevyn eräs osa (343).
- 15 11. Kaasumittauslaite (400) virtaavassa kaasussa olevien aineiden tunnistamiseksi perustuen ionien liikkuvuuteen, **tunnettu** siitä, että siinä (400) on sellainen kenno-  
rakenne (200A, 300), jossa on virtauskanava (200) kaasuvirtauksen ohjaamiseksi,  
referenssikenno (201, 411) järjestettynä erään referenssisignaalin muodostamiseksi,  
ionisaatio-osa (202, 410) ionisaatiovaikutuksen aikaansaamiseksi näytekaasuun ja  
analyysikenno (203, 409) järjestettynä erään analyysisignaalin muodostamiseksi, jol-  
loin referenssikenno (201, 411), ionisaatio-osa (202, 410) ja analyysikenno (203,  
20 409) sijaitsevat mainitussa järjestyksessä virtauskanavassa (200) näytekaasun vir-  
taussuunnassa.
- 25 12. Patenttivaatimuksen 11 mukainen kaasumittauslaite (400), **tunnettu** siitä, että siinä on signaalinkäsittelyvälineet (407, 412, 422) erään kolmannen signaalin muo-  
dostamiseksi ja/tai muokkaamiseksi mainitun referenssisignaalin ja analyysisignaalin perusteella.
- 30 13. Patenttivaatimuksen 12 mukainen kaasumittauslaite (400), **tunnettu** siitä, että referenssikennossa ja/tai analyysikennossa on välineet kantajakaasun ominaisuuden määrittämiseksi, jolloin kantajakaasun mainittu ominaisuus on ainakin yksi seuraavassa luetelluista:
- kaasun tiettyyn tilavuuteen vastaanottama lokaali säteilykentän annosnopeus, joka aiheutuu eräästä radionuklidista,
  - kaasun kosteus,
  - 35 - kaasun lämpötila,
  - kaasun koostumus,
  - kaasun viskositeetti,
  - kaasun tiheys,

- kaasun massa-absorptiokerroin säteilylle.

14. Patenttivaatimuksen 12 mukainen kaasumittauslaite (400), **tunnettu** siitä, että siinä on sellainen kennorakenne (300) kaasun virtauksen (100) määrittämiseksi, jossa on takakenttäelektrodipari, ja siinä ensimmäisen takakenttäelektrodi (333) ja eräs toinen takakenttäelektrodi (334).
15. Patenttivaatimuksen 12 mukainen kaasumittauslaite (400), **tunnettu** siitä, että siinä on sellainen kennorakenne (300), jossa on sellainen etukenttäelektrodipari ionien ja/tai hiukkasten keräämiseksi kaasuvirtauksesta, jossa on ensimmäinen etukenttäelektrodi (323) ja toinen etukenttäelektrodi (324).
16. Patenttivaatimuksen 11 mukainen kaasumittauslaite (400), **tunnettu** siitä, että siinä on lähetin-vastaanotinvälineet (404) laitteen (400) toimintojen ylläpitämiseksi ja ohjaamiseksi kauko-ohjauksen välityksellä.
17. Patenttivaatimuksen 16 mukainen kaasumittauslaite (400), **tunnettu** siitä, että mainitut lähetin-vastaanotinvälineet (404) on järjestetty erään herätteen vastaanottamiseksi kaasumittauslaitteen (400) erään osan (409, 410, 411, 414, 415) ohjaamiseksi.
18. Patenttivaatimuksen 16 mukainen kaasumittauslaite (400), **tunnettu** siitä, että mainitut lähetin-vastaanotinvälineet (404) on järjestetty erään analyysituloksen, tilatiedon ja/tai säätöarvon viestimiseksi kaasumittauslaitteen (400) ja sen kanssa kommunikoivaksi järjestetyn erään muun laitteen (401) välillä.
19. Patenttivaatimuksen 11 mukainen kaasumittauslaite (400), **tunnettu** siitä, että siinä on mikroprosessori (406) kaasumittauslaitteen (400) toimintojen ylläpitämiseksi ja/tai ohjaamiseksi.
20. Menetelmä virtaavassa kaasussa olevien aineiden tunnistamiseksi perustuen ionien sähköiseen liikkuvuuteen, **tunnettu** siitä, että siinä on sellaiset vaiheet, joissa
- (a) asetetaan (500A) ensimmäinen sähkökenttä referenssielektrodiparin elektrodien välille,
  - (b) asetetaan (500B) toinen sähkökenttä analyysielektrodiparin elektrodien välille,
  - (c) otetaan kaasunäyte (501) kuljetettavaksi referenssielektrodiparin, ionisaatio-osan ja analyysielektrodiparin läpi mainitussa järjestyksessä,

- (d) analysoidaan kaasunäyte (503),
- (e) muodostetaan (504) ionien liikkuvuusspektri ja
- (f) tunnistetaan liikkuvuusspektrin perusteella (505) eräs ioni kaasunäytteestä.

- 5 21. Patenttivaatimuksen 20 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että vaiheessa (d) on alivaiheet, joissa tarkkaillaan referenssielektrodiparin elektrodin varausmuutoksia referenssisignaalin muodostamiseksi, varataan näytekaasua ionien tuottamiseksi, ja tarkkaillaan analyysielektrodiparin elektrodin varausmuutoksia analyysisignaalin muodostamiseksi.
- 10 22. Patenttivaatimuksen 20 tai 21 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että vaiheessa (e) liikkuvuusspektri muodostetaan referenssisignaalin ja analyysisignaalin perusteella.
- 15 23. Patenttivaatimuksen 20 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että siinä on vaihe, jossa esikäsitellään (502) kaasunäyte hiukkasmaisen kiinteän ja/tai nestemäisen aineen poistamiseksi ennen näytteen saapumista referenssielektrodiparille.
- 20 24. Patenttivaatimuksen 20 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että vaiheessa (f) tunnistus perustuu liikkuvuuskirjastoon tai vastaavaan tietokantaan.
- 25 25. Järjestelmä aineiden tunnistamiseksi ionimuodossa niiden sähköisen liikkuvuuden perusteella virtaavasta kaasusta, **tunnettu** siitä, että siinä on sellainen kaasumittauslaite (400) jossa on sellainen kennorakenne (200A, 300), jossa on virtaus-
- 30 kanava (200) kaasuvirtauksen ohjaamiseksi, referenssikenno (201, 411) järjestettynä erään referenssisignaalin muodostamiseksi, ionisaatio-osa (202, 410) ionisaatiovaikutuksen aikaansaamiseksi näytekaasuun ja analyysikenno (203, 409) järjestettynä erään analyysisignaalin muodostamiseksi, jolloin referenssikenno (201, 411), ionisaatio-osa (202, 410) ja analyysikenno (203, 409) sijaitsevat mainitussa järjestyksessä virtauskanavassa (200) näytekaasun virtaussuunnassa, ja siitä että järjestelmässä on lisäksi lähetinvastaanotinvälineet (404) tiedon siirtämiseksi kaasumittauslaitteen (400) ja erään radiopäätelaitteen (401) välillä.
- 35 26. Patenttivaatimuksen 25 mukainen järjestelmä, **tunnettu** siitä, että mainittu kennorakenne käsittää lisäksi etukennon (414) ja/tai takakennon (415).



27. Menetelmä kaasun virtausnopeuden määrittämiseksi sähköisesti aspiraatikondensaattorissa, **tunnettu** siitä, että menetelmässä on vaiheet, joissa

(a1) asetetaan ensimmäinen sähkökenttä ensimmäisen elektrodiparin elektrodien välille, jossa elektrodiparissa on eräs ensimmäinen elektrodi,

5 (a2) asetetaan toinen sähkökenttä toisen elektrodiparin elektrodien välille, jossa elektrodiparissa on eräs toinen elektrodi,

(a3) asetetaan kolmas sähkökenttä sellaisen kolmannen elektrodiparin elektrodien välille, jossa elektrodiparissa on eräs kolmas elektrodi,

10 (a4) tarkkaillaan mainituissa ensimmäisessä, toisessa ja kolmannessa sähkökentässä olevan ensimmäisen, toisen ja kolmannen elektrodin varausmuutoksia

(a4) korjataan ensimmäisellä elektrodilla havaittujen varausmuutosten perusteella mainittujen toisen ja kolmannen elektrodin avulla havaittuja varausmuutoksia,

(a5) määritetään aika, joka kuluu tiettyjen varausmuutosten esiintymisen toisella elektrodilla ja kolmannella elektrodilla esiintymisen välillä,

15 (a6) lasketaan kaasun nopeus.

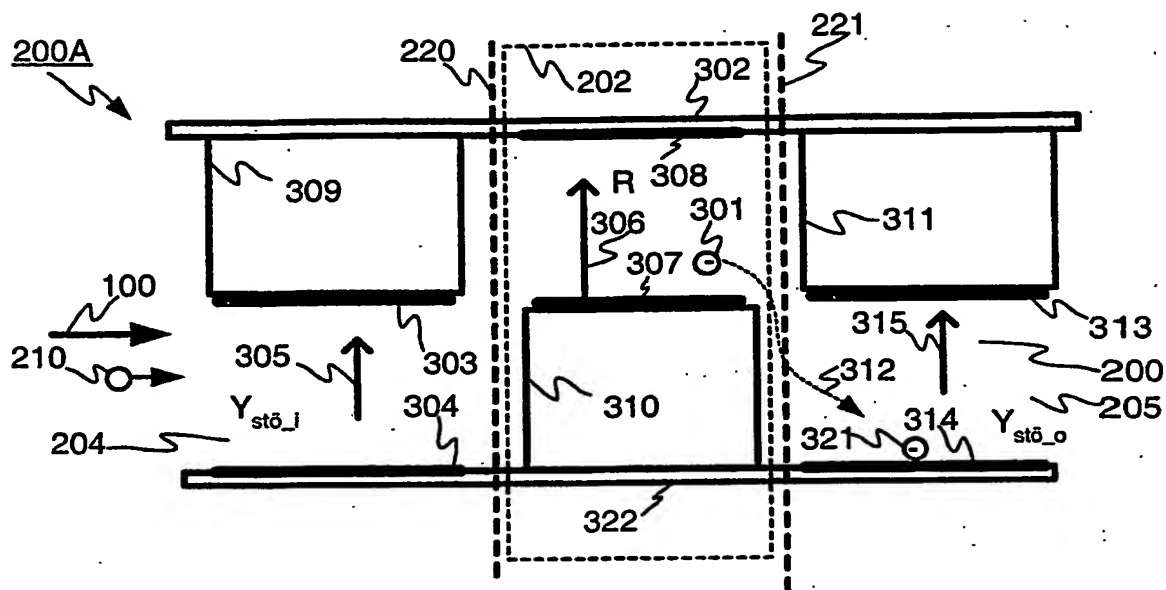
28. Patenttivaatimuksen 27 mukainen menetelmä kaasun virtausnopeuden määrittämiseksi, **tunnettu** siitä, että vaiheessa (a5) muodostetaan eräs autokorrelaatiofunktio toisella ja kolmannella elektrodilla havaittujen varausmuutosten välisen ajan  
20 määrittämiseksi.

**(57) Tiivistelmä**

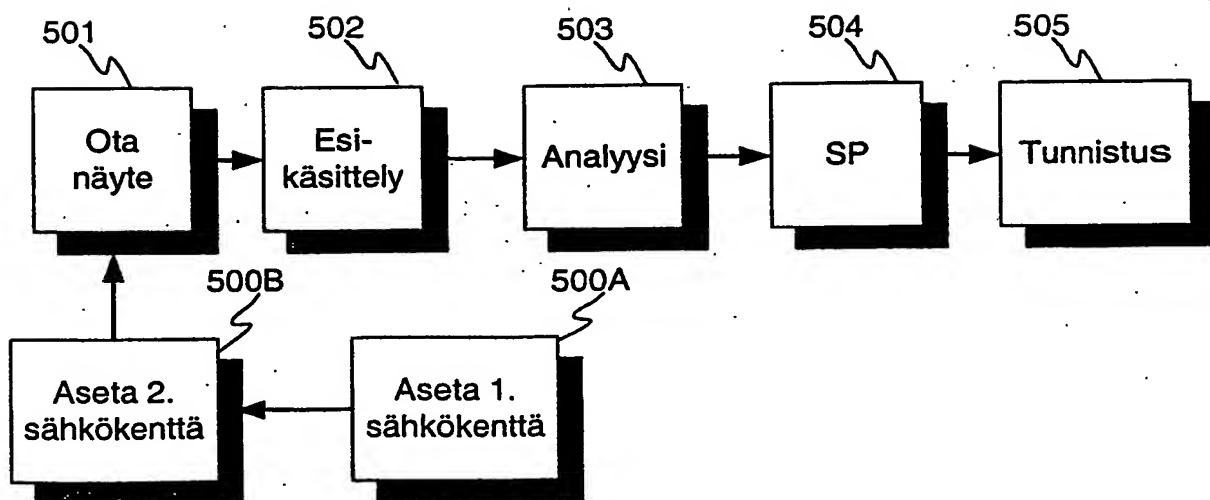
Keksintö kohdistuu ionien liikkuvuuden perusteella tapahtuvaan kaasuanalyysiin. Keksintö kohdistuu analyysilaitteen sellaiseen kennorakenteeseen, jossa on referenssikenno (201) ionisaatio-osa (202) ja analyysikenno (203) ionien sähköisen liikkuvuuden tunnistamiseksi. Keksintö kohdistuu myös menetelmään ionien tunnistamiseksi. Lisäksi keksintö kohdistuu järjestelmään ionien tunnistamiseksi.



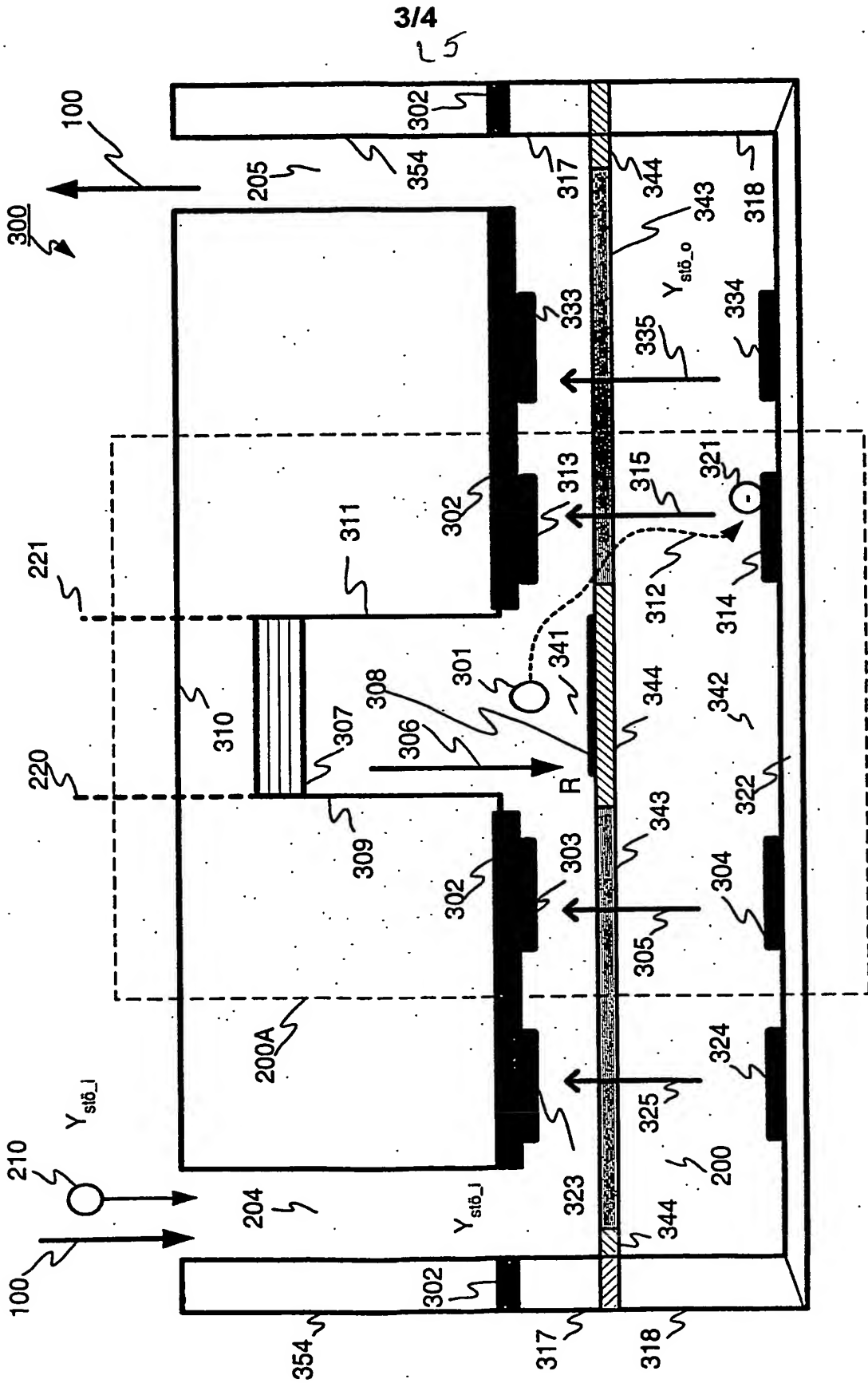
2/4  
L5



Kuva 3A

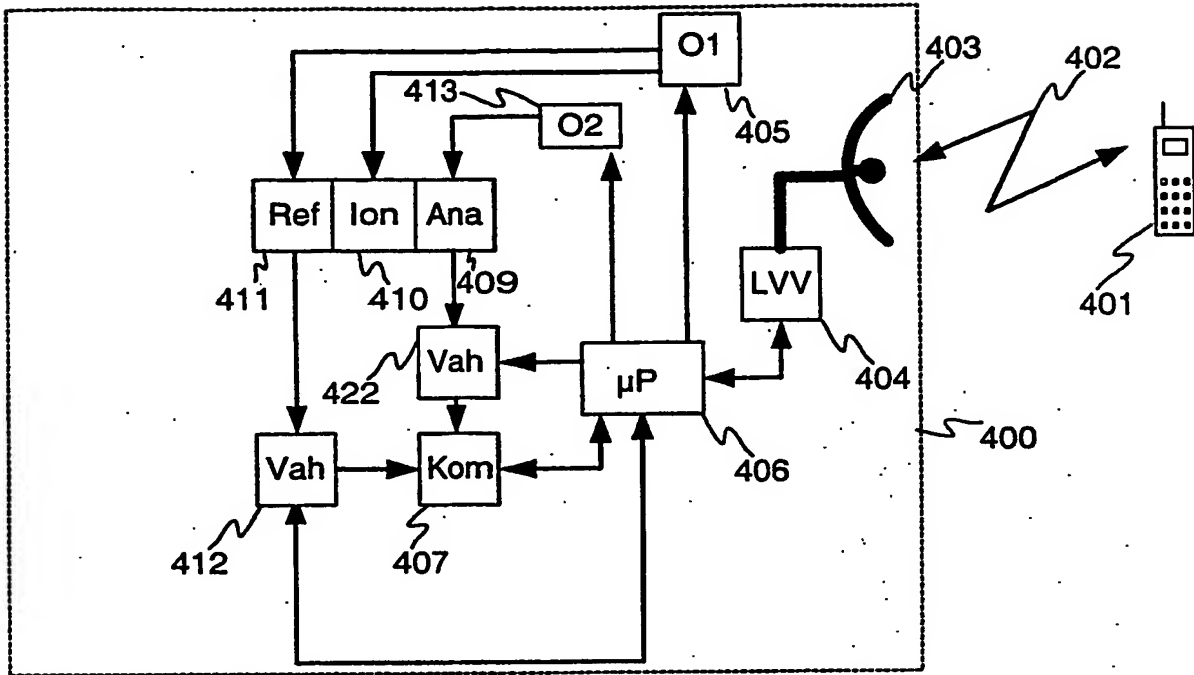


Kuva 5

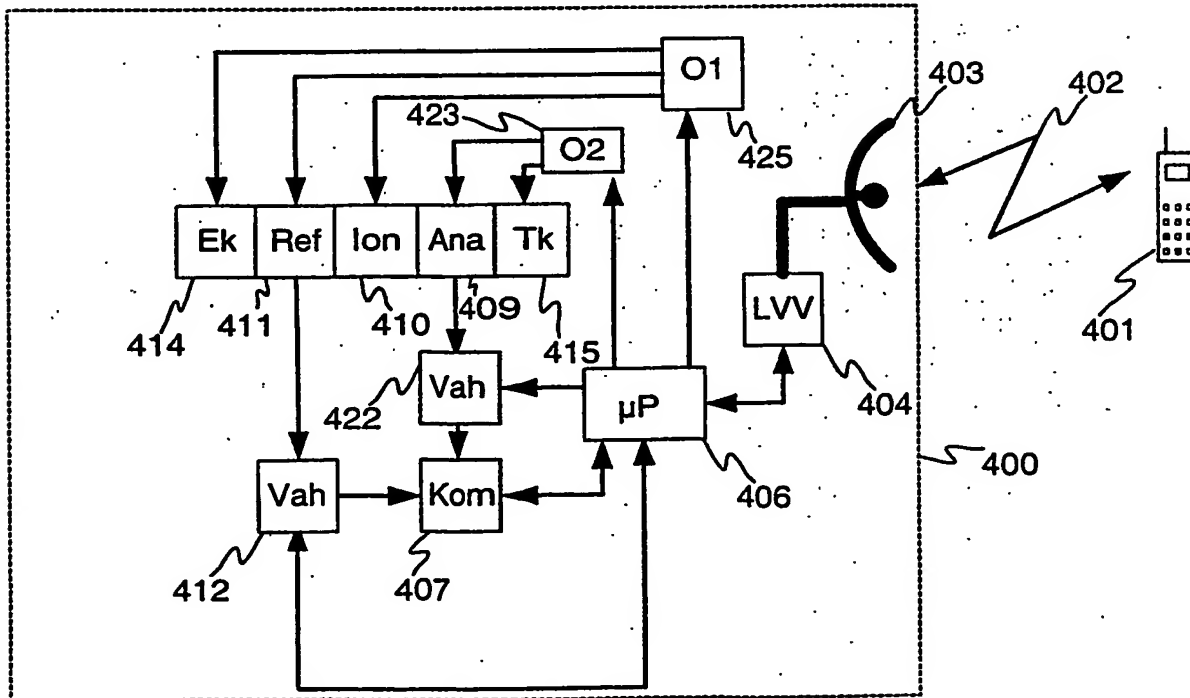


Kuva 3B

4/4 L5



Kuva 4A



Kuva 4B